

4356/ITC/14/91 ✓

PELESTAKAAN	
No. 12	
No. Agenda Pip	
637/TA	

TUGAS AKHIR

**OPTIMASI PEMBEBANAN KADAR COD, N DAN P
DARI AIR LIMBAH SEBELUM MASUK KE
WASTEWATER TREATMENT PLANT DI PT. MBI**



Disusun Oleh

Dyah Larasayu

3833300019

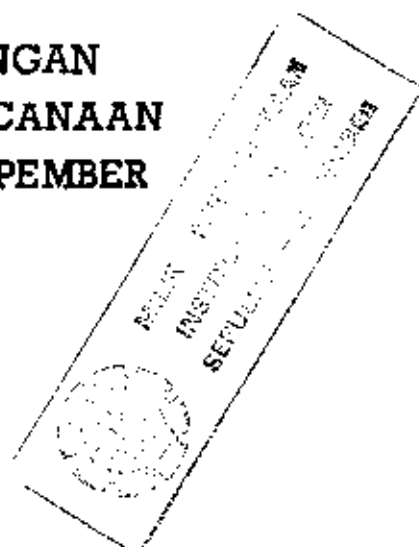
255
628.168

Lar

0-1

1991

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1991**

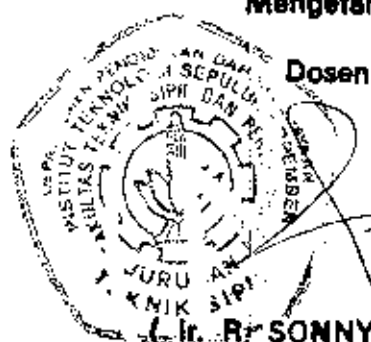


TUGAS AKHIR

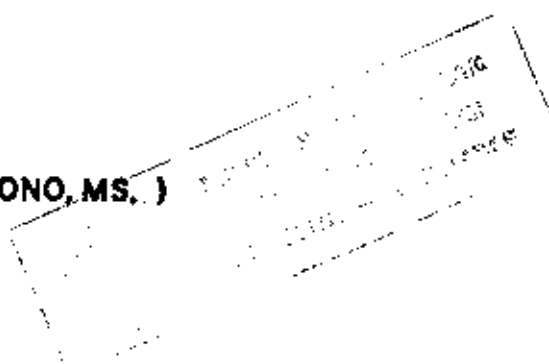
**OPTIMASI PEMBEBANAN KADAR COD, N DAN P
DARI AIR LIMBAH SEBELUM MASUK KE
WASTEWATER TREATMENT PLANT DI PT. MBI**

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



(Ir. R. SONNY SOENARSONO, MS.)



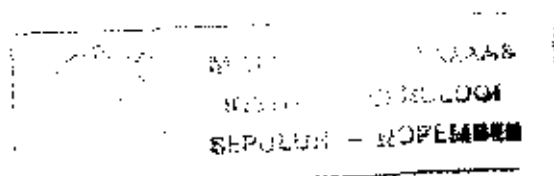
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1991**

ABSTRAK

Untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan khususnya pencemaran akibat air limbah yang tidak memenuhi syarat. Maka setiap instansi yang membuang air limbah ke badan air harus betul-betul memperhatikan dan menaati surat keputusan gubernur nomor 414 tahun 1987 tentang penggolongan dan baku mutu air limbah.

Air limbah dari PT MBI sebelum dibuang ke badan air terlebih dulu harus diolah, salah satu unit pengolahan biologis yang terdapat di PT MBI adalah biorotor. Cuna mengetahui apakah efluent dari biorotor tersebut dapat menimbulkan pencemaran atau tidak maka perlu diketahui kualitas efluent yang dihasilkan dan dibandingkan dengan efluen standart yang berlaku. Kualitas efluent biorotor dipengaruhi oleh efisiensi dan besarnya beban yang masuk. Beban air limbah yang masuk ke Wastewater Treatment Plant di PT MBI sangat berfluktuasi, kondisi ini dapat mengakibatkan kualitas efluen tidak sama selain itu dapat menimbulkan shock loading bagi biorotor bila beban yang masuk terlalu besar. Untuk mencegah hal tersebut maka perlu diketahui beban yang optimum bagi biorotor. Salah satu tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui beban yang optimum dari berbagai aliran limbah hasil berbagai proses tiap-tiap unit produksi bagi biorotor di PT MBI yang dikhususkan pada beban COD, N dan P. Bila kondisi optimum bagi air limbah dari unit-unit produksi yang akan masuk biorotor tercapai, diharapkan efisiensi pengolahan biorotor akan mencapai kondisi maksimum. Dari hasil penelitian didapat beban optimum dari campuran beban tiap-tiap unit produksi untuk parameter COD = 285 Kg/hari, TKN = 4,212 Kg/hari dan untuk P = 2,74 Kg/hari, dihasilkan efisiensi maximum yang dapat dicapai adalah 75 %. Sedang konsentrasi COD efluen biorotor yang diperoleh dari perhitungan adalah 353,48 mg/l.

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah efluen biorotor PT MBI masih belum memenuhi standart efluen yang berlaku untuk golongan II dengan badan air penerima adalah kelas C, sedangkan untuk badan air kelas D dapat dipergunakan. Untuk hal tersebut disarankan efisiensi pengolahan air limbah di PT MBI perlu ditingkatkan. Misalnya dengan cara : menambah jumlah biorotor, melakukan proses pengendapan setelah proses biologis serta melakukan pengolahan bagi lumpur yang dihasilkan, atau menambahkan oksigen murni atau ozon pada bak equalisasi.



KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur kehadiran Allah swt yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya. Sehingga terselesaikannya tugas akhir ini yang berjudul :

OPTIMASI PEMBEBANAN KADAR COD, N DAN P DARI AIR LIMBAH SEBELUM MASUK KE WASTE WATER TREATMENT PLANT DI PT MBI

Saya menyadari bahwa tersusunnya tugas akhir ini tidak terlepas dar bantuan segala pihak. Untuk itu saya ucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Ir. R. Sonny Soenarsono, M.S. selaku dosen pembimbing.
- Bapak DR. Ir. Wahyono Hadi Msc. selaku ketua program studi Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Bapak Ir. Hariwiko Msc. selaku dosen wali.
- Bapak dan ibu dosen , staf serta karyawan FTSP jurusan teknik Penyehatan ITS yang telah memberikan bimbingan dan bantuan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- Bapak R.J. Hetarison selaku Brewery Manager PT MBI.
- Bapak Soeminto R. selaku ketua laboratorium PT MBI.
- Bapak Soedarno selaku ketua laboratorium WWTP di PT MBI.

- Staf dan karyawan PT MBI yang telah memberikan bantuan.
- Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

akhirnya saya merasa bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Namun dengan keadaan ini, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pemakainya. Saran dan kritik sangat saya harapkan demi kesempurnaan tugas akhir.

Surabaya, Januari 1991

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK

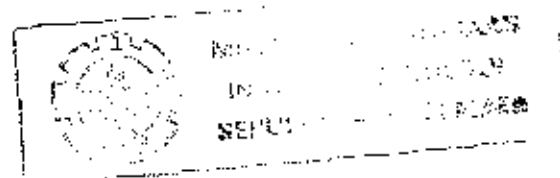
KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I.	PENDAHULUAN	I - 1
I.1.	Latar belakang	I - 1
I.2.	Tujuan penelitian	I - 5
I.3.	Ruang lingkup penelitian	I - 5
I.4.	Kerangka penelitian	I - 6
BAB II.	STUDI PUSTAKA	II - 1
II.1.	Bahan baku pembuat Bir	II - 1
II.2.	Proses pembuatan Bir	II - 4
2.1.	Proses brewing (pemasakan)	II - 6
2.2.	Proses fermentasi	II - 9
2.3.	Proses filtrasi	II - 11
2.4.	Proses pembotolan	II - 13
II.3.	Sumber air limbah	II - 16
II.4.	Sampling	II - 20
II.5.	Analisa spektrofotometris	II - 23
5.1.	Prinsip metoda spektrofotometris	II - 24
5.2.	Prinsip pesawat spektrofotometris	II - 26
II.6.	Analisa Chemical Oxygen Demand (COD) ..	II - 27



6.1. Umum	II - 27
6.2. Prinsip analisa COD	II - 29
II.7. Analisa Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) .	II - 32
7.1. Umum	II - 32
7.2. Prinsip analisa TKN	II - 34
II.8. Analisa Phosphorus (P)	II - 37
8.1. Umum	II - 37
8.2. Prinsip analisa P	II - 38
II.9. Statistika	II - 40
BAB III. METODOLOGI	III - 1
III.1. Metoda sampling	III - 3
III.2. Metoda analisa	III - 5
2.1. Pengukuran konsentrasi COD	III - 5
2.2. Pengukuran konsentrasi TKN	III - 12
2.3. Pengukuran konsentrasi P dengan metoda amino acid	III - 19
III.3. Metoda kalibrasi	III - 22
3.1. Kalibrasi untuk COD	III - 22
3.2. Kalibrasi untuk TKN	III - 23
3.3. kalibrasi untuk Nitrogen - anoniak	III - 24
III.4. Metoda Analytical Quality Control (AQC)	III - 25
III.5. Metoda optimasi	III - 27
BAB IV. KOMPILASI DATA	IV - 1
IV.1. Kalibrasi	IV - 1
1.1. Kalibrasi untuk COD	IV - 1

1.2.	Kalibrasi untuk TKN	IV - 2
1.3.	Kalibrasi untuk nitrogen - amoniak	IV - 4
IV.2.	AQC	IV - 5
2.1.	AQC untuk COD	IV - 5
2.2.	AQC untuk TKN	IV - 6
2.3.	AQC untuk P	IV - 7
IV.3.	Sampel pada tiap unit kegiatan di PT MBI	IV - 8
IV.4.	Sampel di Pretreatment	IV - 16
IV.5.	Data dari WWTP	IV - 17
BAB V.	ANALISA DATA	V - 1
V.1.	Kalibrasi	V - 1
1.1.	Kalibrasi untuk COD	V - 1
1.2.	Kalibrasi untuk TKN	V - 4
1.3.	Kalibrasi untuk nitrogen - amoniak	V - 9
V.2.	AQC	V - 10
2.1.	AQC untuk COD	V - 10
2.2.	AQC untuk TKN	V - 14
2.3.	AQC untuk P	V - 18
V.3.	Sampel di tiap unit kegiatan di PT MBI	V - 21
V.4.	Sampel di Pretreatment	V - 29
V.5.	Data di WWTP	V - 29a
V.6.	Perhitungan optimasi	V - 30
BAB VI.	KESIMPULAN	VI - 1
BAB VII.	SARAN-SARAN	VII - 1
Daftar pustaka		
Lampiran		

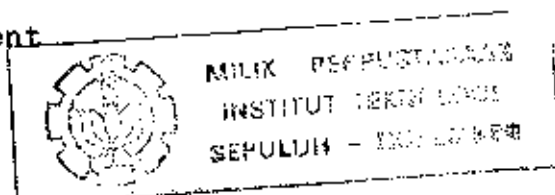


DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Konsentrasi maximum dan minimum air limbah yang dihasilkan oleh tiap-tiap unit kegiatan .
Tabel II.2	Perbandingan rata-rata angka BODs / COD untuk beberapa jenis air .
Tabel II.3	Jenis zat-zat yang tidak atau dapat dioksidasi melalui tes COD dan BOD .
Tabel II.4	Banyaknya reagent yang diperlukan .
Tabel IV.1	Data titrasi dengan FAS untuk kalibrasi COD .
Tabel IV.2	Data konsentrasi COD dari hasil bacaan spektrofotometer .
Tabel IV.2A	Data konsentrasi COD dari hasil bacaan spektrofotometer .
Tabel IV.3	Data observasi untuk kalibrasi TKN .
Tabel IV.4	Data konsentrasi TKN dari bacaan spektrofotometer .
Tabel IV.5	Data absorbansi untuk kalibrasi Nitrogen Amoniak .
Tabel IV.6	Data titrasi dengan FAS .
Tabel IV.7	Data absorbansi untuk AQC dengan metode Nessler .
Tabel IV.8	Data Phosphat hasil bacaan dengan spektrofotometer .
Tabel IV.8A	Data analisa untuk sampel pada hari Senin .
Tabel IV.9	Data analisa untuk sampel pada hari Selasa .

Tabel IV.10	Data analisa untuk sampel pada hari Rabu .
Tabel IV.11	Data analisa untuk sampel pada hari Kamis .
Tabel IV.12	Data analisa untuk sampel pada hari Jum'at .
Tabel IV.13	Data analisa untuk sampel dari Lauter tun .
Tabel IV.14	Data analisa untuk sampel dari Wort cooper .
Tabel IV.15	Data analisa untuk sampel dari Whir pool .
Tabel IV.16	Data analisa untuk sampel dari Kieselguhr filter .
Tabel IV.17	Data analisa untuk sampel dari Tangki fermentasi.
Tabel IV.18	Data analisa untuk sampel dari Yeast press .
Tabel IV.19	Data analisa untuk sampel dari kantin .
Tabel IV.20	Data pengamatan debit air limbah.
Tabel IV.21	Data analisa yang didapat dari sampel pada
Tabel IV.22	Data harian di WWTP .
Tabel IV.23	Data BODs , COD dari WWTP dan perbandingan BODs : COD .
Tabel V.1	Hasil perhitungan konsentrasi COD metode titrimetrik .
Tabel V.2	Konsentrasi COD dari becaan spektrofotometer .
Tabel V.3	Hasil perhitungan konsentrasi TKN metode Mikro Kjeldahl .
Tabel V.4	Konsentrasi TKN dari bacaan spektrofotometer .
Tabel V.5	Hasil perhitungan konsentrasi COD .
Tabel V.6	Hasil perhitungan konsentrasi Nitrogen Amoniak
Tabel V.7	Hasil perhitungan konsentrasi P .

Tabel V.8	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel pada hari Senin .
Tabel V.9	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel pada hari Selasa .
Tabel V.10	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel pada hari Rabu .
Tabel V.11	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel pada hari Kamis .
Tabel V.12	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel pada hari Jum'at .
Tabel V.13	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari Lauter tun .
Tabel V.14	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari Wort Cooper .
Tabel V.15	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari Whirpool .
Tabel V.16	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel ddari filter Kieselguhr .
Tabel V.17	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari tanki fermentasi .
Tabel V.18	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari Yeast Press .
Tabel V.19	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari kantin .
Tabel V.20	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel pada pretreatment



Tabel V.21	Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk data
------------	--

dari WWTP .

Tabel V.21A Hasil perhitungan beban COD influent dan konsentrasi COD effluent .

Tabel V.22 Hasil perhitungan beban untuk unit pembotolan.

Tabel V.23 Hasil perhitungan beban untuk unit pemasakan .

Tabel V.24 Hasil perhitungan beban untuk unit fermentasi.

Tabel V.25 Hasil perhitungan beban untuk unit filtrasi .

Tabel V.26 Hasil perhitungan beban untuk unit kantin .

Tabel V.27 Beban rata-rata dari masing-masing unit .

DAFTAR GAMBAR

- Gambar II.1 Diagram alir proses produksi dan tempat sumber air limbah .
- Gambar II.1A Spektrum gelombang elektromagnetik .
- Gambar II.2 Absorbansi sinar cahaya oleh larutan berwarna.
- Gambar V.1 Grafik kalibrasi COD .
- Gambar V.2 Grafik kalibrasi Nitrogen Amoniak (setelah proses digestion dan destilasi) .
- Gambar V.3 Grafik kalibrasi TKN .
- Gambar V.4 Grafik kalibrasi Nitrogen Amoniak .
- Gambar V.5 Histogram frekuensi untuk COD .
- Gambar V.6 Control Chart untuk COD .
- Gambar V.7 Histogram frekuensi untuk Nitrogen Amoniak .
- Gambar V.8 Control Chart untuk Nitrogen Amoniak .
- Gambar V.9 Histogram frekuensi untuk P .
- Gambar V.10 Control Chart untuk P .
- Gambar V.11 Grafik efisiensi Biorotor .
- Gambar V.12 Grafik beban COD tiap-tiap unit .

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

PT.Multi Bintang Indonesia (PT MBI) di Surabaya merupakan perusahaan yang memproduksi beberapa jenis minuman dengan kadar alkohol berbeda-beda, antara lain jenis minuman dengan kadar alkohol 4% (Bir Bintang) dan minuman dengan kadar alkohol 1% (Green Sand Sandy). Cara pembuatan kedua jenis minuman tersebut berbeda, proses pembuatan bir adalah melalui proses fermentasi ekstrak malt barley dan diberi tambahan hop (untuk memberi rasa pahit), sedang pada Green Sand Sandy diberi hanya merupakan proses pencampuran antara bir, gula Sandy compound (rasa apel) hal ini menyebabkan minuman tersebut seperti limun pada umumnya. Hasil produksi di PT MBI Surabaya ini lebih dititik beratkan pada produk minuman jenis bir, sedang Green Sand Sandy tidak begitu banyak diproduksi. Tingkat produksi minuman di perusahaan ini tidak sama dari hari ke hari, hal ini tergantung pada keadaan pasaran yang ada.

Proses produksi yang diperlukan untuk mengolah bahan baku hingga menjadi produk minuman yang sudah dikemas, memerlukan beberapa unit kegiatan. Secara garis besar unit kegiatan di PT MBI Surabaya dapat dibagi dalam 5 unit kegiatan, yaitu :

- unit pemasakan (brewing)
- unit fermentasi

- unit filtrasi
- unit pembotolan
- unit untuk perkantoran

Kegiatan di masing-masing unit tersebut saling berkaitan dan tergantung satu dengan yang lain, sedang jenis aktivitas di masing-masing unit berbeda.

Dalam proses produksi timbul air limbah yang volumenya cukup besar serta mempunyai beban pencemar yang cukup tinggi. Timbulnya air limbah ini antara lain dikarenakan :

- diperlukannya pencucian alat-alat yang diperlukan dalam proses produksi, misalnya : pencucian tanki pemasakan, tanki fermentasi dan sebagainya.
- diperlukannya pencucian botol-botol yang akan dipakai.
- dan lain-lain

Air limbah di PT MBI Surabaya tersebut sebelum dibuang ke badan air permukaan terlebih dulu diolah, baik secara fisik kimiawi maupun secara biologis. Unit-unit pengolahan air limbah yang dipakai adalah :

- Sewer pit
- Bak equalisasi
- Bak netralisasi
- Biorotor

Tujuan pengolahan air limbah tersebut adalah agar air limbah yang dibuang ke badan air permukaan setelah melalui proses pengolahan, tidak akan menimbulkan pencemaran bagi badan air penerimanya.

Kualitas dan kuantitas air limbah yang diterima oleh bangunan pengolahan air limbah tidak sama dari hari ke hari hal ini disebabkan oleh adanya aktivitas di masing-masing unit kegiatan tidak sama, selain itu juga karena tingkat produksi yang tidak sama dari hari ke hari. Bila terjadi tingkat produksi yang tinggi, otomatis air limbah yang timbul lebih banyak sedangkan bak equalisasi tidak mampu untuk menampung limbah yang masuk serta meratakan beban yang ada, akibat keadaan effluent yang dihasilkan oleh biorotor mempunyai kualitas yang jelek, sehingga dapat menimbulkan pencemaran bagi badan air penerimanya. Selain itu juga dapat mengakibatkan shock loading bagi biorotor, shock loading ini terjadi karena beban yang masuk melebihi batas kemampuan biorotor. Akibat terjadinya shock loading ini dapat menurunkan efisiensi biorotor, sehingga effluent yang dihasilkan mempunyai kualitas yang jelek. Jadi apabila effluent tersebut dibuang ke badan air permukaan juga dapat menimbulkan pencemaran bagi badan air penerimanya.

Laboratorium Waste Water Treatment Plant (WWTP) yang ada di PT-MBI Surabaya secara rutin memeriksa kualitas air limbah yang akan masuk ke bangunan pengolahan air limbah, tepatnya contoh/sampel air diambil di Sewer Pit. Selain itu kualitas air limbah yang akan dibuang ke badan air permukaan setelah melalui bangunan pengolahan air limbah juga diperiksa. Sedang kualitas dan kuantitas air limbah yang dihasilkan dari masing-masing unit kegiatan di PT MBI tidak diperiksa, sehingga belum diketahui unit mana yang menghasilkan limbah

dengan beban terbesar, atau unit mana yang menghasilkan air limbah dengan volume terbesar yang dapat mempengaruhi kualitas air limbah secara keseluruhan. Kualitas air limbah pada umumnya ditentukan antara lain oleh parameter : BOD (biological oxygen demand), COD (chemical oxygen demand), SS (suspended solid), N (nitrogen), P (phosphor), pH (derajat keasaman) dan sebagainya. Dalam penelitian ini parameter yang akan dianalisa adalah COD, N, P dan pH, dengan pertimbangan bahwa parameter-parameter tersebut sangat berpengaruh pada unit pengolahan secara biologis yaitu Biorotor.

Metoda untuk pengukuran konsentrasi dari parameter-parameter yang ingin diketahui dalam penelitian (COD, N, P dan pH) menggunakan metoda dan peralatan dari Hach Company, dengan pertimbangan memakai metoda tersebut hasil analisa cepat dapat diperoleh walau biaya yang dipakai relatif mahal, selain itu metoda tersebut biasa digunakan di laboratorium WWTP.

Untuk dapat mengetahui unit kegiatan yang mana yang menghasilkan air limbah dengan beban terbesar atau yang menghasilkan air limbah dengan volume terbesar, maka diperlukan suatu penelitian yang dapat menghasilkan data kualitas air limbah di masing-masing unit kegiatan. Selain itu juga mengadakan pengamatan terhadap hal-hal yang berkaitan dengan air limbah.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui konsentrasi dari COD, TKN, P, pH dan debit air limbah yang dihasilkan oleh masing-masing unit kegiatan di PT MBI Surabaya.
2. Mengoptimasikan beban COD , N dan P sebelum masuk ke WWTP.
3. Mengusulkan langkah-langkah yang diperlukan dalam upaya meratakan beban dari air limbah yang akan masuk ke bangunan pengolahan air limbah.

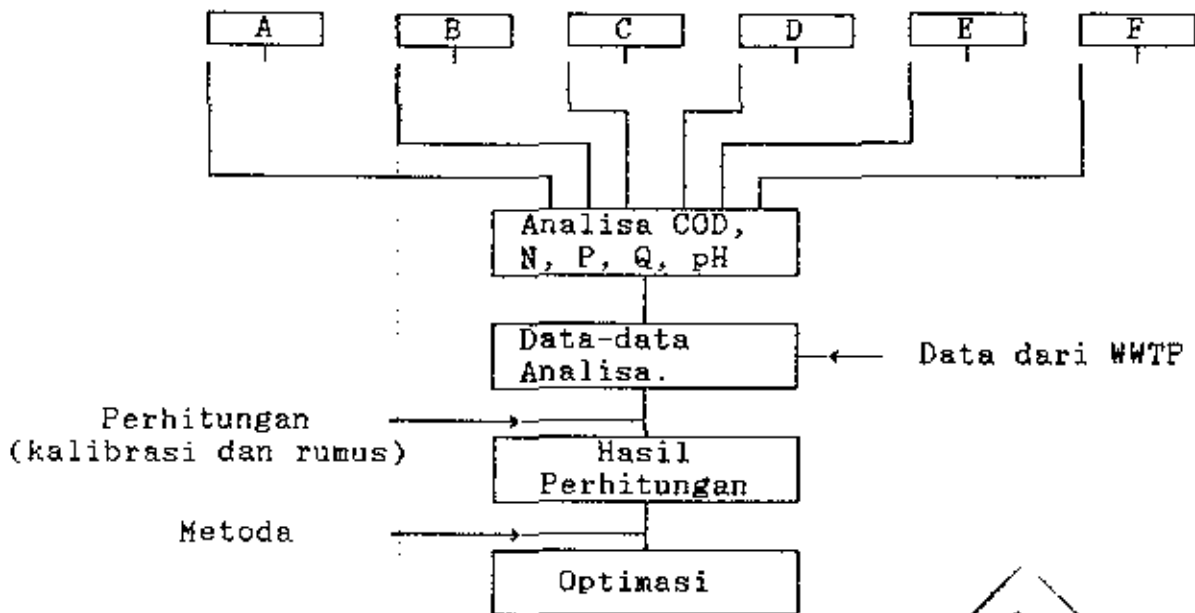
1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian untuk tugas akhir ini meliputi :

1. Mempelajari pola aliran (diagram alir) dari masing-masing unit yang ada di PT MBI, yaitu :
 - Unit pemasakan (brewing)
 - Unit fermentasi
 - Unit filtrasi
 - Unit pembotolan
 - Unit untuk perkantoran, misalnya : kantin.
2. Pengambilan sampel dan pemeriksaan atau analisa air untuk mengetahui konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand), TKN (Total Kjeldahl Nitrogen), P (Phosphor) dan pH dari sampel yang telah diambil dengan menggunakan metoda dari Hach company.

3. Kalibrasi metoda Hach dengan konventional method (Standart method).
4. Pengamatan lapangan untuk mendapatkan data-data sumber dan jenis air limbah untuk tujuan in House Keeping (pengaturan tata alir limbah).
5. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan beban COD , N dan P yang optimum bagi WWTP.

1.4. Kerangka Penelitian.



KETERANGAN.

- A = Unit Pemasakan.
- B = Unit Filtrasi.
- C = Unit Fermentasi.
- D = Unit Pembotolan.
- E = Unit Kantin.
- F = Pretreatment.

BAB II

STUDI PUSTAKA

II.1. Bahan Baku Pembuat Bir

Bahan-bahan yang diperlukan untuk proses pembuatan bir terdiri dari : malt, beras/jagung giling, hops, ragi dan air. Keterangan dari bahan-bahan yang disebutkan diatas adalah sebagai berikut:

Malt

Malt berasal dari tanaman jenis padi-padian yang disebut barley. Dengan melalui suatu proses yang disebut malting process, biji-biji barley ini diubah menjadi malt yang mana malt tersebut mempunyai kandungan enzim dalam jumlah yang optimal. Enzim ini sangat diperlukan pada waktu proses brewing. Pada dasarnya dalam malting process tersebut terdapat dua tahap proses, yaitu proses perkecambahan (germinating) dan proses pengeringan (kilning).

Karena bijian barley sampai saat ini hanya tumbuh dengan baik di negara-negara beriklim sub tropis, maka untuk bahan baku ini biasanya diimport dari negara-negara di Eropa, Australia, Selandia Baru dan Kanada. Bahan-bahan yang diimpor ini sudah berupa malt, jadi malting process telah dilakukan di negara asal bahan baku tersebut.

Pada proses pemasakan /brewing yang dilakukan di PT MBI pada umumnya menggunakan 3 jenis barley, yaitu:

1. Barret and Bros dari Australia
2. Yoe white dari Australia
3. Franch malt dari Perancis

Beras/jagung giling

Beras/jagung giling adalah merupakan bahan baku tambahan untuk pembuatan Bir, bahan baku tambahan ini umumnya disebut adjuncts. Dan dari adjuncts ini kita akan mendapatkan tambahan zat karbohidrat. Beras/jagung dipilih sebagai adjuncts karena harganya relatif murah dan mudah didapat di pasaran dalam negeri, selain itu dapat menambah rasa enak dan memberi bobot pada minuman.

Hops

Sama seperti malt, hops juga didapatkan dengan cara mengimport, negara tempat mengimport adalah Jerman dan Amerika. Bahan baku ini diimport dalam bentuk ekstrak kalengan. Hops ini berasal dari sejenis tanaman rambat yang hanya tumbuh dengan baik di negara-negara beriklim subtropis. Dari tanaman hops ini, yang diambil adalah resin atau damar yang banyak terdapat pada bunga betina. Damar atau resin ini banyak mengandung asam yang disebut humulone, asam-asam ini memberikan rasa pahit pada bir. Selain memberikan rasa

pahit, hops juga berperan dalam memberikan aroma yang khas pada bir.

Ragi

Ragi atau yeast adalah suatu jenis microorganisme bersel tunggal dan termasuk dalam klasifikasi Ascomycetes. Untuk ragi bir ini nama genus dan spesifikasi yang dipakai adalah *Saccharomyces Cereviceae*. Ragi bir ini mempunyai kemampuan memfermentasikan zat gula menjadi alkohol dan CO₂, selain itu ragi juga turut memberikan cita rasa pada bir yang dihasilkan. Didalam proses metabolismenya ragi juga kaya akan vitamin yang sangat bermanfaat untuk dikonsumsi oleh manusia, oleh karena itu bir adalah termasuk jenis minuman yang bernilai gizi tinggi. Karena sifatnya patent, ragi ini didapatkan langsung dari induk perusahaan yaitu perusahaan bir "Heineken" di negeri Belanda.

Air

Sebagai minuman, ±85% komposisi bir terdiri dari air. Jadi dalam hal ini kualitas air sangat berperan pada kualitas bir yang dihasilkan. Pada dasarnya air yang dapat dipakai sebagai bahan baku untuk proses pembuatan bir, adalah air yang memenuhi standart kualitas air minum, antara lain :tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna dan lain sebagainya. Air untuk prses pembuatan bir selain harus memenuhi standart

kualitas air minum diatas juga harus memenuhi ketentuan yang sesuai dengan standart mutu yang telah ditetapkan perusahaan yaitu :

- pH air 6,8 - 7,5
- m Alkalinity < 2 mval/l
- kadar Fe < 0,1 ppm
- kadar chlorine 0 ppm
- kadar K Mn O₄ (Oxydability) figure < 10 mppm
- total Hardness 8° - 12°
- turbidity < 0,3 EBC

Karena untuk pembuatan bir diperlukan air dengan kualitas tertentu, selain itu volume air yang diperlukan sangat besar jumlahnya, maka perusahaan ini mengelola sendiri sistem pengolahan air minum untuk mendapatkan air yang mereka inginkan. Air minum yang dihasilkan tersebut diperuntukan khusus untuk (PT MBI), air baku yang dipakai untuk pengolahan air minum tersebut diambil dari kali Surabaya, intake PT MBI terletak sebelum intake PDAM Ngagel.

II.2. Proses pembuatan Bir

Proses pembuatan Bir secara umu dapat dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

- 1- Penyediaan Bahan Baku.
- 2- Malt Milling.
- 3- Brewing / Pemasakan.

4. Fermentasi.

5. Filtrasi.

6. Pembotolan.

Yang dimaksud dengan Penyediaan Bahan Baku adalah menyediakan bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan Bir, seperti telah disebutkan dala sub-bab II-1, bahan baku yang diperlukan adalah Beras/Jagung Giling, Ragi, Hop dan Air. Sebelum proses Brewing dimulai bahan-bahan yang diperlukan harus siap di tempat tertentu, misalnya beras/jagung giling harus sudah berada di Silo Lori sebelum proses di Mash Copper dimulai, dari Silo Lori secara gravitasi beras/jagung giling dialirkan ke mash copper pada saat bersamaan air panas 50°C juga dialirkan ke mash copper.

Sedang yang dimaksud dengan Malt Milling disini adalah proses penggilingan Malt beserta sekannya sehingga menjadi ukuran yang lebih kecil tetapi tidak sampai menjadi tepung halus. Sekam (kulit malt) ini yang akan memberikan warna kuning khas bir. Malt yang telah digiling bersama sekannya ditampung dalam silo lori dan siap untuk dimasak, sedang debu halus yang ada dipisahkan oleh alat penepis debu, Malt giling dari silo lori dialirkan secara gravitasi ke mash tun bersamaan dengan dialirkannya air panas 50°C .

Proses lainnya dijelaskan lebih lanjut dalam sub-bab berikut.

II.2.1. Proses Brewing (Pemasakan)

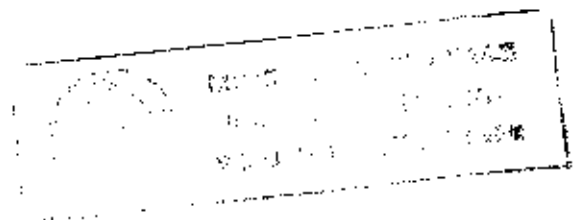
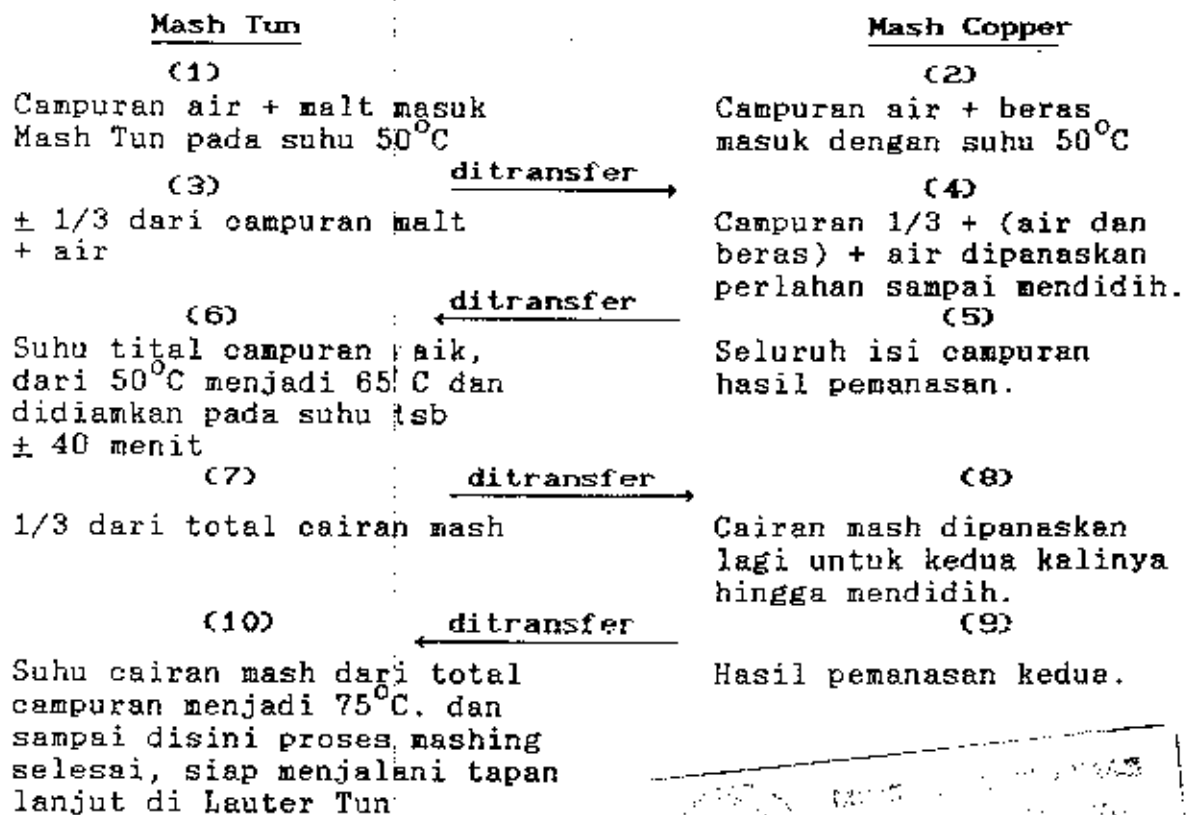
Proses brewing atau pemasakan adalah proses pengolahan malt, beras, air dan hops. Pada proses brewing ini bahan baku tersebut diolah dengan cara pemanasan dan akan menghasilkan cairan ekstrak yang banyak mengandung zat gula, dan disebut Wort. Zat gula dalam wort tadi adalah hasil transformasi zat karbohidrat dengan bantuan enzim-enzim dan amylase yang terdapat dalam malt.

Proses pemasakan menjalani beberapa tahapan proses yang berlangsung pada 4 buah bejana pemasakan yang terdapat di Brewhouse. Tahapan proses terbagi atas :

1. **Mashing Process.** berlangsung pada bejana yang disebut Mash Tun dan Mash Copper.
2. **Lautering Process.** berlangsung pada bejana Lauter Tun.
3. **Wort Boiling.** berlangsung pada bejana Wort Copper.

Keterangan 1. Proses Mashing.

Pada industri ada beberapa macam sistim yang dipakai untuk proses mashing ini, dan pemasakan Bir Bintang untuk proses Mashing menggunakan sistim yang dinamakan Double Decoction, atau disebut juga sebagai pemasakan ganda. Sistim ini berlangsung di Mash Tun dan Mash Copper sebagai berikut :



Keterangan 2.: Proses Lautering.

Prinsipnya adalah proses pemisahan cairan ekstrak yang dihasilkan dari proses mashing dari ampas. Ampas disini sangat berperan dalam proses lautering, yang mana berfungsi sebagai filter media yang sangat menentukan kejernihan wort yang dihasilkan. Aktivitas proses yang berlangsung disini adalah sebagai berikut:

- a. Filtrasi ekstrak utama dimana dalam hal ini proses berlangsung dari saat awal filtrasi dimulai sampai pada saat pembilasan ekstrak.

- b. Pembilasan (sparging) dilakukan dengan air panas dengan suhu 75°C , dan sisa ekstrak yang masih banyak terdapat di filter media akan terbilas dan turut dialirkan seluruhnya ke wort copper. Filtrasi dianggap selesai apabila sisa kadar ekstrak dari hasil air bilasan mempunyai nilai yang rendah.
- c. Pengendalian Proses Lautering. Proses ini sangat banyak dipengaruhi oleh porositas dari filter media yang terbentuk selama proses berlangsung. Dan porositas ini dipertahankan pada kondisi yang optimal dengan jalan menggunakan pisau pengaduk dengan bentuk struktur yang dapat menunjang sasaran.

Keterangan 3 : Proses Wort Boiling.

Merupakan salah satu aspek tahapan proses brewing yang penting. Pada proses ini selain ada keuntungan dari sterilisasi, tetapi yang terpenting adalah terjadinya perubahan-perubahan struktur komposisi kimiawi dari wort itu sendiri yang sangat menunjang aspek kualitas dari Bir yang akan dihasilkan nantinya.

Hops ekstrak juga dilarutkan, total proses boiling berlangsung selama 120 menit.

Selesai proses wort boiling, wort ditransfer melalui pompa ke bejana bentuk silinder yang disebut Whirlpool. Arah masuk wort ke whirlpool ini dibuat tangensial terhadap dinding whirlpool sehingga dihasilkan gaya hasil putaran yang

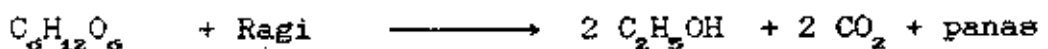
menuju pusat putaran dan disebut gaya sentrifugal.

Adanya gaya sentrifugal ini sangat membantu proses pengendapan protein-protein padat yang terbentuk dan tidak diinginkan dalam jumlah yang banyak untuk fermentasi. Sehingga sebagian besar dari endapan protein tadi tidak terbawa kedalam proses lanjut.

Pada saat bersamaan wort ditransfer ke tanki fermentasi, wort melalui proses pendinginan sehingga mencapai suhu ideal untuk proses fermentasi. Proses pendinginan wort ini juga diikuti dengan pemberian O_2 dengan jalan menginjeksikan udara ke dalamnya. O_2 sangat diperlukan untuk keperluan metabolisme pada sel-sel ragi. Dan sejumlah ragi yang diperlukan juga diinjeksikan sebelum masuk ke tanki fermentasi.

II.2.2. Proses Fermentasi

Fermentasi merupakan proses utama dari setiap industri Bir. Pada proses ini wort yang banyak mengandung zat gula akan diubah oleh ragi menjadi alkohol dan CO_2 , reaksi biokimia yang sederhana dapat ditulis sebagai berikut :



Proses fermentasi wort menjadi bir berlangsung selama 2 minggu yang melalui tahapan-tahapan proses :

1. Tahapan Fermentasi Utama.

Yaitu suatu tahap proses dimana ragi sangat aktif mengubah

ekstrak gula menjadi alkohol dan CO_2 . Pada tahap ini proses berlangsung selama 1 minggu dan suhu proses dipertahankan sekitar 9°C .

CO_2 yang dihasilkan dialirkan ke CO_2 Plant dia bagian utilities untuk didaur ulang. Dan bir yang dihasilkan pada akhir tahap ini masih belum matang, karena selain rasa juga aromanya masih harus ditingkatkan lagi. Proses pematangan yang dilakukan pada tahapan lanjut disebut tahap Pemeraman.

2. Tahap Pemeraman.

Di sini tahap pemeraman lazim disebut tahap RHU dan Conditioning yang juga dalam hal ini memerlukan waktu 1 minggu lagi.

Hasil produk sampingan dari proses fermentasi utama yang masih belum matang akan mengalami perubahan-perubahan biokimia yang akan menghasilkan produk akhir bir nikmat dan segar serta mempunyai aroma yang khas.

Suhu yang digunakan pada tahap RHU dan Conditioning ini ialah 13°C dan 0°C . RHU berjalan selama 3 hari dan sisa waktunya untuk Conditioning.

Ragi sebagian besar sudah mengendap dan bila suhu pendingin telah mencapai 0°C , endapan dari ragi dapat dipanen untuk disimpan sebagai persiapan penggunaan selanjutnya, dan untuk ragi yang sudah tidak memenuhi

standard norma akan dibuang melalui proses pemerasan mesin yang disebut Yeast Press.

II.2.3. Proses Filtrasi.

Pada akhir proses fermentasi, bir masih banyak mengandung sisa-sisa ragi yang masih melayang-layang. Selain ragi juga banyak terdapat partikel-partikel padat lainnya yang sangat halus dari hasil produk sampingan proses fermentasi. Atas dasar ini semua, bir masih harus diproses agar didapat bir yang jernih yang tentu penampilannya akan lebih menarik untuk para konsumen.

Ada beberapa macam jenis filter yang digunakan di industri bir, salah satunya adalah jenis Horizontal leaf Filter, yang kita gunakan disini dan terdiri dari 2 sub unit filter, yaitu :

- Kieselguhr Filter dan
- PVPP Filter.

Kieselguhr Filter

Berfungsi sebagai filter utama untuk proses penjernihan bir. Kieselguhr adalah suatu bahan pembentu filter berupa bubuk halus dan terbuat dari fosil diatomae yang telah mengalami proses calsinasi.

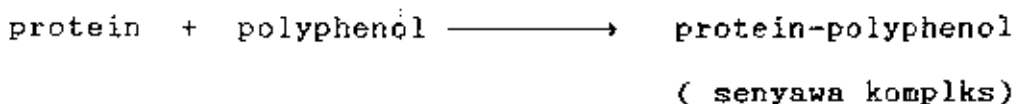
Atas sifat-sifat Kieselguhr yang khas, sebagai bahan pembantu, Kieselguhr membentuk filter media yang akan menempel pada plat-plat filter. Pembentukan struktur lapisan

filter media mempunyai sifat yang cukup porositasnya dan sekaligus dapat menangkap partikel-partikel halus yang padat dari bir yang akan disaring.

Alhasil, bir jernih yang didapat dari proses filtrasi ini. Penambahan CO_2 dengan cara injeksi juga dilakukan pada saat sebelum bir masuk filter. Jumlah injeksi CO_2 sedemikian rupa diatur agar mendapatkan kadar yang cukup dan memenuhi standard norma yang ditetapkan.

PVPP Filter.

Yang terjadi disini bukan proses penjernihan, melainkan Stabilisasi. PVPP adalah kependekan dari Poly Vinyl Poly Pyrolidone, yaitu suatu senyawa polimer yang bentuk strukturnya mirip dengan senyawa protein, oleh karena itu sifat-sifat dari senyawa polimer ini juga mirip dengan sifat protein. Dalam hal ini, yaitu kemampuan menyerap / mengikat senyawa polyphenol yang terdapat didalam bir yang dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dari bir itu sendiri untuk waktu relatif yang tidak diinginkan.



Dengan menggunakan PVPP, polyphenol akan diserap sehingga akan memperbaiki sifat fisik bir yang tentunya seperti yang diinginkan sesuai dengan selera pasar.

Dari hasil proses filtrasi ini, bir langsung dialirkan dan disimpan di tanki bir jernih. Dan kemudian siap untuk dikemas dalam botol.

II.2.4 Proses Pembotolan.

Bagian pengemasan terdiri dari beberapa bagian, Empty Store, Bottling Line, dan Full Store.

Empty Store.

Aktivitas utama yang berlangsung disini ialah mengolah penyediaan yang dibutuhkan oleh bagian Bottling Line pada waktu proses pembotolan bir.

Pengelolaan meliputi botol kosong, krat kayu / plastik, karton dan pelat.

Bottling Line.

Pada bagian ini bir diisi ke dalam botol-botol dan kemudian botol-botol berisi bir dimasukkan ke dalam kemasan berupa krat kayu / plastik atau karton.

Dibagian pembotolan ini terdapat mesin-mesin yang menunjang untuk menjalankan proses pengemasan.

Mesin-mesin tersebut adalah :

1. Mesin Pencuci Botol (Washer)

Botol-botol kosong yang datang dari bagian Empty Store terlebih dulu harus dimasukkan ke dalam washer untuk

proses pencucian. Sarana penunjang mesin pencuci ini yaitu larutan detergen dengan konsentrasi 2% dan suhu larutan sekitar 70°C , kemudian dibilas dengan air panas dan dingin. Botol-botol yang keluar dari mesin ini sudah bersih dan siap untuk diisi bir.

2. Mesin Pengisi Bir (Filler)

terdiri atas sub unit pengisibir kebotol dan sub unit penutupan botol. Botol dari washer ditransportasikan melalui konveyer rantai menuju filler. Bir diisi kebotol atas dasar pengaturan keseimbangan tekanan yang ada dalam botol sedemikian rupa sehingga tidak terjadi pembentukan busa yang berlebihan selama pengisian. Botol yang sudah penuh terisi bir keluar dari filler langsung masuk ke mesin penutup botol.

3. Mesin Pasteurisasi

Proses pasteurisasi bir dihitung atas dasar Lethal Effect untuk mikroorganisme yang dapat merusak kualitas bir. Dan untuk produk bir ini Lethal Effect didefinisikan atas dasar suhu dan waktu, yaitu untuk suhu = 60°C dan waktu selama selama 1 menit akan mempunyai nilai Pastur Unit (PU) = 1, dan standart norma PU dari bir adalah + 20 PU.

Proses pemanasan bir dalam botol berlangsung secara bertahap sampai pada suhu pasteurisasi, dan kemudian

dilakukan proses pendinginan yang juga secara bertahap sampai pada suhu ruangan.

4. Mesin Label

Label adalah merupakan hiasan / trade mark dari setiap produk hasil industri. Bir Bintang dalam hal ini sangat memperhatikan proses pemberian label pada botol.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada proses pemberian label ialah : kualitas kertas label, lem / perekat yang dipakai (viscositasnya).

Keluar dari mesin label ini, produk lalu dikemas ke dalam krat kayu / plastik atau karton.

Full Store

Bagian Full Store berhubungan langsung dengan produk yang sudah selesai diproses dan siap dipasarkan melalui stockists. Didalam pengelolaan produk akhir ini, sangat penting diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

Handling : penyusunan krat ke palet

 penyusunan palet ke tempat penyimpanan

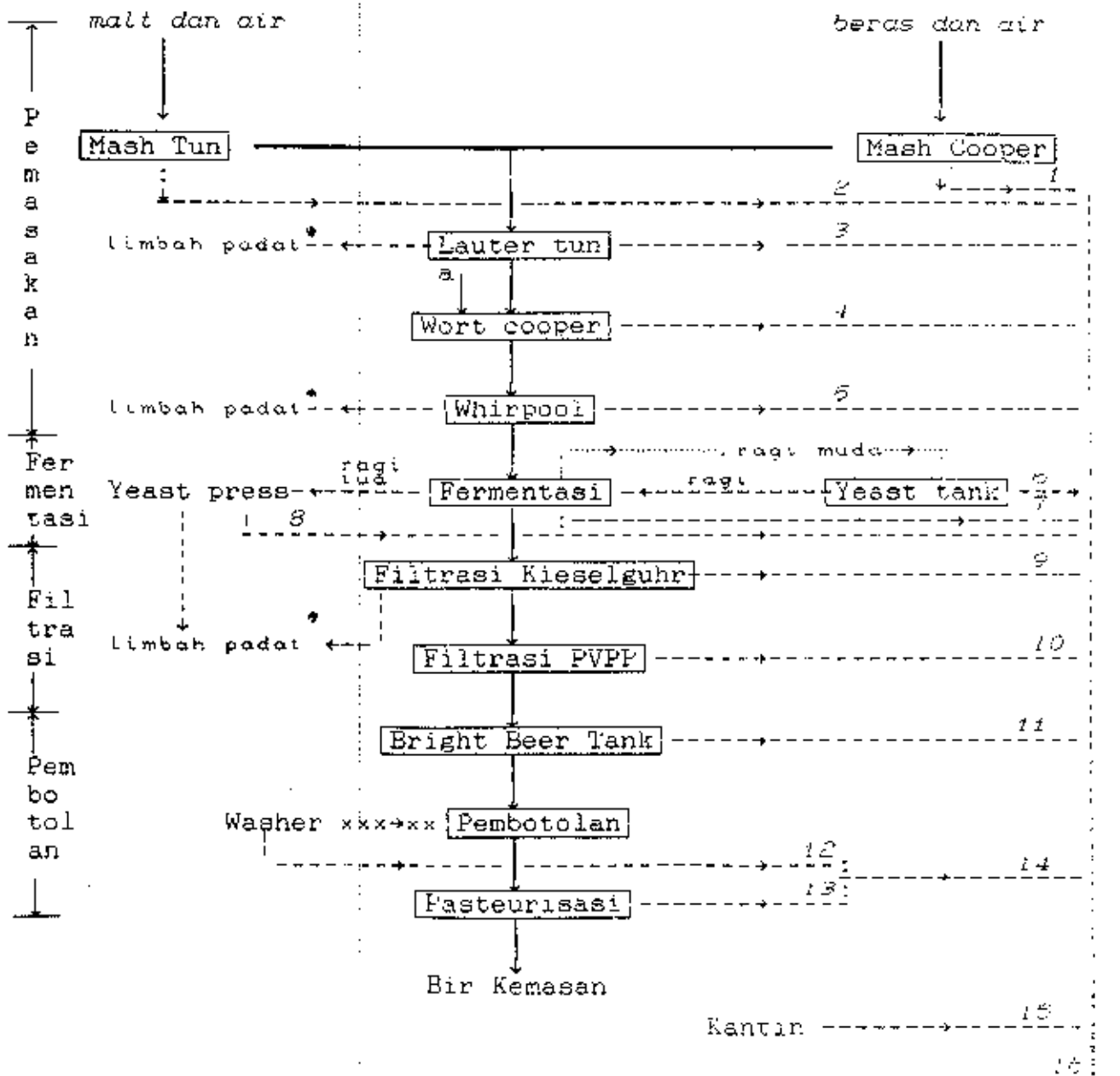
FIFO (First In First Out Produk) : merupakan suatu hal keharusan untuk memperhatikan dalam hal mengatur arus keluar masuknya produk ke bagian ini.

Loading : proses loading harus mempunyai sarana perlengkapan yang sifatnya dapat melindungi

produk dari gangguan cuaca. Untuk itu selain sarana perlengkapan di Full Store, truk-truk pengangkutnya juga diharuskan mempunyai perlengkapan serupa.

II.3. Sumber air limbah

Air limbah di PT MBI timbul karena adanya kegiatan-kegiatan tertentu yang dapat menimbulkan air limbah, kegiatan-kegiatan tersebut misalnya : pencucian tanki, pencucian botol dan sebagainya. Sedang kualitas dan kuantitas air limbah sangat dipengaruhi oleh jenis aktivitas yang ada. Sumber air limbah adalah disemua unit kegiatan yang ada, yaitu dari unit brewing/pemasakan, unit fermentasi, unit filtrasi, unit pembotolan dan unit kantin. Dalam satu unit kegiatan air limbah bisa berasal lebih dari satu tempat, misalnya : dari unit pemasakan air limbah bisa berasal dari tanki lauther tun, tanki whirpool dan sebagainya. Air limbah dari semua unit kegiatan tersebut pada akhirnya dikumpulkan di bak equalisasi. Dengan menggunakan diagram proses produksi dibawah ini dapat diketahui secara jelas tempat-tempat yang menghasilkan air limbah.



Gambar 2.1. Diagram alir proses pembuatan Bir
dan tempat sumber air limbah

Keterangan :

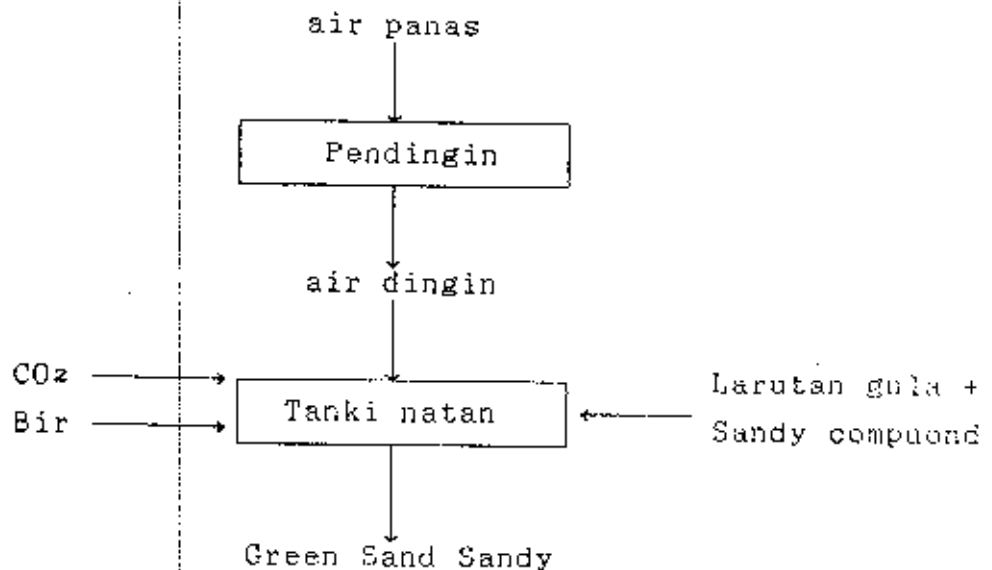
@ : limbah padat yang dibuang ketempat sampan

* : limbah padat untuk makanan ternak

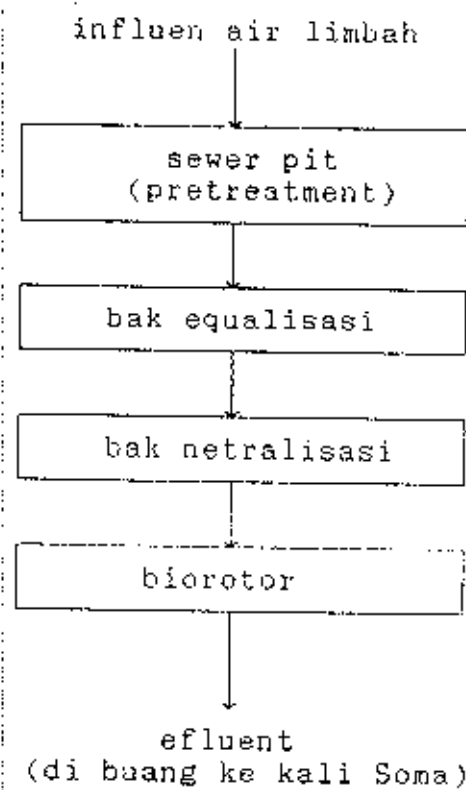
--- : aliran air limbah

==> : aliran proses pembuatan bir

a : Hop (pemberi rasa pahit) ditambahkan bila akan membuat bir sedangkan gula dan rasa apel tidak. Proses fermentasi untuk bir lebih lama dibanding dengan proses fermentasi untuk Green Sand Sandy.



Gambar 2.1a. Diagram alir proses pembuatan Green Sand Sandy



Gambar 2.1b. Diagram alir proses pengolahan air limbah di PT MBI

Tabel II.1. Konsentrasi maximum dan minimum air limbah yang dihasilkan oleh tiap-tiap unit kegiatan :

	No mor	limbah berasal dari unit	Parameter				
				PH	COD	TKN	P
P e m a s a k a n	1.	Mash tun	Max Min	11,5	281,3	7,8	6,67
	2.	Mash cooper	Max Min	12,5	169	3,9	9,7
	3.	Lauter tun	Min Max	6,2 8,2	11.250 15.750	156,0 965,2	17,0 26,8
	4.	Wort cooper	Min Max	7,8 12,3	633 9.000	17,6 95,6	5,0 12,0
	5.	Whirpool	Min Max	7,0 10,2	1.238 6.750	34,1 321,8	5,2 15,0
Fer men ta si	6.	Tanki fermentasi	Min Max	4,0 10,3	253 2.238	3,9 74,5	8,5 187,5
	7.	Yeast tank	Min Max	7,3	23	2,9	3,0
	8.	Yeast press	Min Max	7,1 8,2	1.068 2.250	43,3 148,2	9,3 15,9
Fil tra si	9.	Filter kieselguhr	Min Max	5,7 7,0	900 2.250	5,4 13,7	3,3 8,3
	10.	Filter PVPP	Min Max	5,9	1	1,0	4,3
	11.	Bright beer tank	Min Max	6,0	0	2,9	5,3

Lanjutan tabel II.1.:

	No mor	limbah berasal dari unit	Parameter				
				PH	COD	TKN	P
Pem bo tol an	12.	Washer	Min	10,0	585	9,8	5,8
			Max	11,9	1.744	35,1	9,3
	13.	Pasteurizer	Min	7,5	534	3,5	3,2
			Max	9,6	1.013	11,7	5,7
	14.	Selokan	Min	10,0	562	5,9	3,5
			Max	11,8	1.969	24,4	10,0
	15.	Kantin	Min	6,1	855	5,9	4,8
			Max	7,1	1.519	15,6	5,8
	16.	Pretreatment	Min	5,3	788	7,8	5,5
			Max	11,0	3.094	69,2	13,3

II.4 Sampling

Sampling atau pengambilan sampel adalah pengambilan contoh air (mis : air bersih, air buangan, air sungai dan sebagainya) di tempat dimana air tersebut berada (mis : di sungai, di bak equalisasi dan sebagainya). Untuk mendapatkan hasil yang betul, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan sampel, yaitu :

1. Pastikan bahwa sampel yang diambil sungguh-sungguh dapat mewakili karakteristik air dimana sampel diambil.
2. Gunakan teknik pengambilan sampel yang cocok dan baik.

3. Lindungi sampel sebelum sampel dianalisa.

Apabila hal-hal diatas kurang diperhatikan maka sampel yang didapat tidak mewakili keadaan yang sesungguhnya, dan dapat menjadi sumber kesalahan bagi analisa selanjutnya.

Ada dua tipe sampel yang umum diketahui yaitu Grab samples dan composite samples, yang mana kedua-duanya dapat dilakukan secara manual maupun secara otomatis.

Grab samples, adalah sampel yang diambil secara terpisah. Grab samples dapat dilakukan secara manual maupun secara otomatis. Dengan Grab samples, sampel-sampel yang didapat memperlihatkan karakteristik air pada waktu sampel diambil. Pengambilan sampel secara otomatis perlu dilakukan apabila pengambilan sampel dilakukan secara seri dalam interval waktu tertentu. Volume dari Grab samples tergantung pada analisa yang akan dilakukan. Grab samples lebih banyak digunakan dari pada composite samples apabila :

1. Air dimana sampel diambil tidak mengalir secara terus-menerus.
2. Karakteristik air dimana sampel diambil relatif konstan.
3. dan sebagainya.

Composite samples : adalah sampel yang tercampur. Ditujukan untuk meminimalkan jumlah sampel yang akan dianalisa. Composite sampel pada umumnya diperlukan untuk mencampur beberapa sampel. Jumlah sampel yang dapat ditambahkan untuk dicampur menjadi satu tergantung pada debit air saat sampel

diambil. Jumlah dari Composite sampel tergantung pada jumlah dan tipe dari analisa yang akan dilakukan.

Untuk mendapatkan sampel yang benar-benar dapat mewakili, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Sampel harus diambil di tempat dimana air dapat tercampur dengan baik, misalnya : dekat Parshall flume dan sebagainya.
2. Sampel harus diambil diitengah-tengah saluran dimana kecepatan air masih cukup tinggi dan kemungkinan solid yang telah mengendap sedikit mungkin.
3. Sampling dari air yang mengandung zat cair yang sulit tercampur, seperti campuran antara air dan minyak diperlukan perhatian khusus. Misalnya sampel harus diambil ditempat dimana antara kedua zat cair tersebut betul-betul telah tercampur.
4. Volume sampel yang didapatkan harus cukup untuk melakukan semua analisa yang diperlukan, dengan diberi tambahan untuk mempersiapkan bila ada kesalahan dalam analisa.
5. Sampel harus disimpan dengan suatu cara yang aman sehingga karakteristik air yang akan dianalisa tidak berubah.
6. Tempat sampel dan perlengkapan sampling harus bersih dan tidak terkontaminasi. Sebelum sampel diambil tempat sampel harus dibilas beberapa kali dengan air

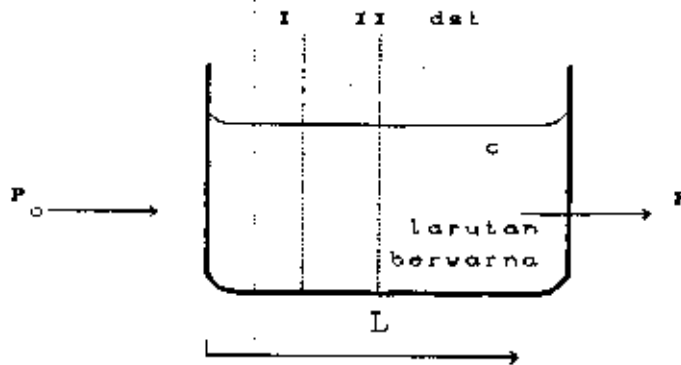
dimana sampel akan diambil.

7. Masing-masing sampel harus diberi label dengan tanda yang terlindungi. Informasi yang perlu dicantumkan antara lain :
 - a. Lokasi dari pengambilan sampel
 - b. Hari dan jam pengambilan sampel.
 - c. Tipe sampel yang akan dipakai Grab atau Composite samples.

II.5. Analisa Spektrofotometris ⁽⁶⁾

Langkah pengukuran dalam suatu analisa dapat dilakukan dengan cara-cara fisika atau biologi. Ada dua golongan analisa kimia yaitu analisa kuantitatif dan analisa kualitatif. Analisa kuantitatif mengenai penentuan suatu zat tertentu yang ada didalam suatu contoh atau sampel.

Analisa kuantitatif dibagi lagi menjadi beberapa sub golongan, anantara lain analisa titrimetri, analisa gravimetri dan analisa instrumental. Analisa titrimetri mengenai pengukuran dari volume suatu larutan dengan konsentrasi yang diketahui yang diperlukan untuk bereaksi dengan analit. Analisa gravimetri adalah analisa pengukuran yang menyangkut berat. Analisa instrumental yaitu suatu analisa yang menggunakan peralatan atau instrument untuk pengukuran, misalnya spektrofotometer.



Gambar II.2. Absorpsi sinar cahaya oleh larutan berwarna

- Dimana : P_0 = tenaga (intensitas) radiasi awal (intensitas)
 P = tenaga (intensitas) radiasi pada absis L
 (transmisi)
 L = Panjangnya perjalanan (cm)
 C = Konsentrasi warna larutan

Pada tahun 1852 Beer menyatakan bahwa pada proses absorpsi berlaku hukum sebagai berikut :

$$T = \frac{P}{P_0} = 10^{-k.L.C}$$

atau $\log T = \log \frac{P}{P_0} = -k.L.C$

atau :

$$A = -\log T = -\log \frac{P}{P_0} = k.L.C$$

Dimana T : transmitansi

A : absorbansi

k : konstanta yang tergantung dari sifat sifat larutan

Ternyata hanya absorbansi A yang berhubungan secara linier dengan konsentrasi C.

Pada pesawat spektrofotometer dapat dibaca baik absorbansi A sebagai skala logaritmis maupun % transmitansi linier.

II.5.2. Prinsip pesawat spektrofotometer

Pesawat spektrofotometer selalu terdiri dari:

1. lampu dengan sinar cahaya putih
2. sebuah kisi untuk memilih salah satu panjang gelombang sekaligus menghindari yang lain (monokromator)
3. 1 atau 2 pemegang sel dan / atau blanko
4. sebuah fotosel yang peka terhadap sinar cahaya yang menembus sel larutan
5. elektronika yang perlu untuk membandingkan beberapa tenaga sinar cahaya tembus blanko yang tidak berwarna dengan beberapa yang tembus larutan yang berwarna

Sel untuk diisi larutan sampel atau blanko, biasanya terbuat dari kaca, kecuali pada pesawat khusus, yang dapat mengukur dengan lampu khusus (lampu air raksa) sampai sinar ultra ungu, kaca biasa tersebut harus diganti dengan kwarrts SiO_2 karena kaca biasa menyerap sinar ultra ungu.

II.6. Analisa Chemical Oxygen Demand

II.6.1. Umum

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen (mgO_2/l) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air. Dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen (oxidizing agent).

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

Analisa COD berbeda dengan analisa BOD namun perbandingan antara angka COD dengan angka BOD dapat ditetapkan. Dalam tabel 2.2 tercantum perbandingan angka tersebut untuk beberapa jenis air.

Jenis air	BOD ₅ / COD
Air buangan domestik (penduduk)	0,40 - 0,60
Air buangan domestik setelah pengendapan primer	0,60
Air buangan domestik setelah pengolahan secara biologis	0,20
Air sungai	0,10

Tabel II.2 Perbandingan rata-rata angka BOD₅ / COD untuk beberapa jenis air

Angka perbandingan yang lebih rendah dari yang seharusnya, misalnya untuk air buangan penduduk (domestik) < 0,20, menunjukkan adanya zat-zat yang bersifat racun bagi mikroorganisme.

Tidak semua zat-zat organik dalam air buangan dapat dioksidasi melalui tes COD atau BOD. Tabel II.3.dibawah ini menunjukkan jenis zat organik / inorganis yang tidak atau dapat dioksidasi melalui tes COD dan BOD

Jenis zat organis/inorganis	Dapat dioksidasi melalui tes	
	COD	BOD
Zat organis yang biodegradable (protein, gula dan sebagainya)	x	x
Selulosa dan sebagainya	x	-
N organis yang biodegradable (protein dan sebagainya)	x	x
N organis yang non biodegradable		
NO_2^- , Fe^{2+} , S^{2-} , Mn^{3+}	x	-
NH_4 bebas (nitrifikasi)	-	x^a
Hidrokarbon aromatik dan rantai	x^b	-

Tabel II.3. Jenis zat-zat yang tidak atau dapat dioksidasi melalui tes COD dan BOD

Keterangan :

biodegradable : dapat dicerna / diuraikan

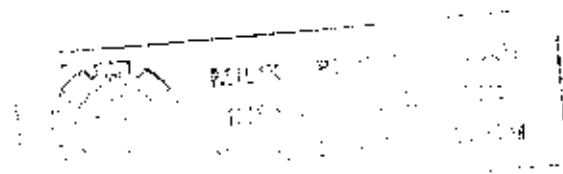
a : mulai setelah 4 hari dan dapat dicegah dengan dengan pembubuhan inhibitor

b : Dapat dianalisa karena adanya katalisator Ag_2SO_4

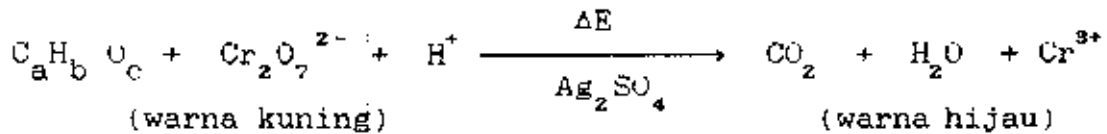
II.6.2. Prinsip analisa COD

Sebagian besar zat organis melalui tes COD ini dioksidasi oleh larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dalam keadaan asam yang

II = 28



mendidih



Perak sulfat Ag_2SO_4 ditambahkan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi. Sedang merkuri sulfat ditambahkan untuk menghilangkan gangguan klorida yang pada umumnya ada dalam air buangan.

Untuk memastikan bahwa hampir semua zat organik habis teroksidasi maka zat pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ masih harus tersisa sesudah dipanaskan.

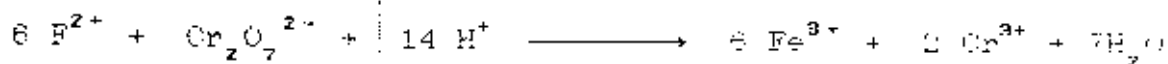
Proses oksidasi zat organik tersebut disebut proses digestion, ada dua cara yang dapat dilakukan dalam proses digestion ini yaitu : macro COD digestion dan micro COD digestion. Kedua cara tersebut perbedaannya terletak pada volume sampel yang dipakai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

	acro/50ml	Macro/10ml	Micro/High range	Micro/low range
Range	50-800ppm	50-800ppm	50-1500ppm	0-150 ppm
Sampel	50 ml	10 ml	2 ml	2 ml
H ₂ SO ₄	75 ml	15 ml	2.5 ml	2.5 ml
K ₂ Cr ₂ O ₇	0.3065 g	0.0613 g	0.0245 g	0.00245 g
AgSO ₄	0.75 g	0.15 g	0.03 g	0.03 g
HgSO ₄	1.0 g	0.2 g	0.05 g	0.03 g

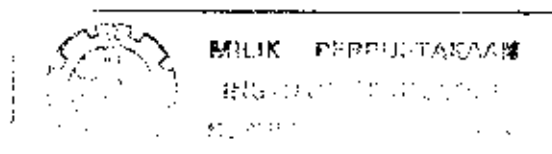
Tabel II.4. Banyaknya reagent yang diperlukan ^(a)

Untuk menentukan jumlah kromat (Cr) yang tersisa ada dua cara yang bisa dipakai, yaitu cara titrimetrik dan cara colorimetrik.

Cara titrimetrik dimana cara titrasi untuk menentukan sisa kromat yang tersisa. Pada umumnya titrant yang dipakai adalah FAS (Ferro Amonium Sulfat) sedang indikator Ferroin digunakan untuk menentukan titik akhir titrasi yaitu disaat warna hijau biru larutan berubah menjadi coklat merah. Persamaan reaksi yang terjadi adalah



Cara colorimetrik, yaitu cara yang memakai alat spektrofotometer untuk melihat sedikit banyaknya kromat yang tersisa. Seperti yang telah disebutkan diatada, bahwa akibat proses oksidasi zat organik oleh kromat akan timbul warna



hijau, semakin banyak kromat yang dipakai untuk oksidasi maka warna hijau yang timbul akan semakin banyak pula, ini berarti kromat yang tertinggal semakin sedikit. Warna akhir yang timbul akibat proses oksidasi inilah yang dipakai oleh spektrofotometer untuk menunjukkan konsentrasi COD dari sampel.

Berdasarkan jenis proses digestion yang bisa dipakai serta cara pengukuran sisa kromat, maka analisa COD dapat dilakukan dengan 4 cara:

- Cara titrimetric untuk macro digestion.
- Cara titrimetric untuk micro digestion.
- Cara colorimetric untuk macro digestion
- Cara colorimetric untuk micro digestion

II.7. Analisa Total Kjeldahl Nitrogen

II.7.1. Umum

Nitrogen N dapat ditemui hampir disetiap badan air dalam bermacam-macam bentuk. Bentuk unsur tersebut tergantung dari tingkat oksidasinya, antara lain sebagai berikut :

-3	0	+3	+5
NH_3	N_2	NO_2^-	NO_3^-

Biasanya senyawa-senyawa nitrogen tersebut adalah senyawa terlarut.

Nitrogen netral berada sebagai gas N_2 yang merupakan hasil suatu reaksi yang sulit untuk bereaksi lagi, N_2 lenyap dari larutan sebagai gelembung gas, karena kejenuhan

agak rendah. Namun gas N_2 juga dapat diserap oleh air dari udara dan digunakan oleh ganggang dan beberapa jenis bakteri untuk pertumbuhannya.

Amoniak NH_3 , merupakan senyawa Nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah dan disebut Amonium, amoniak sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja, juga dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau buangan industri dan penduduk.

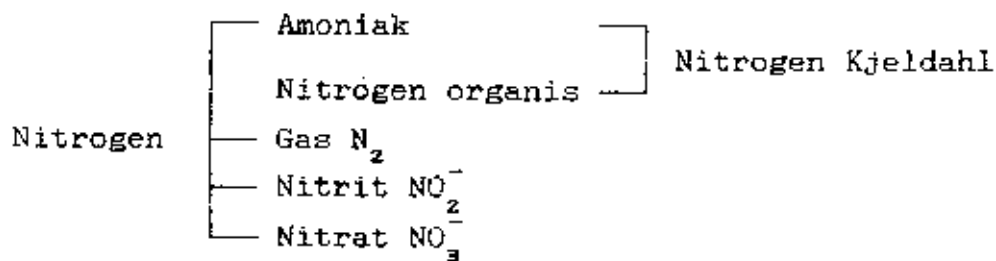
Nitrit dan nitrat merupakan bentuk Nitrogen yang teroksidasi, dengan tingkat oksidasi masing-masing +3 dan +5. Nitrit biasanya tidak tahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan Nitrat, yang dapat terjadi pada instalasi pengolahan air buangan dalam air sungai dan sistem drainase dan sebagainya.

Nitrat NO_3^- adalah senyawa Nitrogen yang merupakan suatu senyawa stabil. NO_3^- dapat berasal dari air buangan industri.

Selain dari senyawa-senyawa tersebut diatas, N juga dikandung oleh bermacam-macam senyawa organik seperti protein, sisa tanaman, air limbah industri dan sebagainya. Selama proses penguraian secara biologis baik secara alamiah didalam air sungai maupun secara diatur pada pengolahan air buangan, zat organik tersebut melepaskan nitrogen sebagai amoniak atau senyawa yang lebih rumit mirip amoniak. Jumlah nitrogen yang terikat dalam senyawa organik ini juga harus

ditentukan yaitu dengan penguraian senyawa terlarut tersebut pada suhu tinggi dan suasana asam dan disebut proses peleburan atau digesti, nitrogen organis tersebut diuraikan menjadi amoniak yang dapat ditentukan dengan analisa amoniak. Hanya beberapa senyawa organis yang mengandung nitrogen dalam keadaan teroksidasi, tidak dapat dianalisa melalui penguraian tersebut. Jumlah nitrogen organis ditambah jumlah nitrogen amoniak yang sudah ada dalam larutan merupakan nitrogen Kjeldahl.

Dibawah ini ditunjukkan sebuah skema mengenai senyawa-senyawa nitrogen yang telah diuraikan diatas.



Konsentrasi dapat dinyatakan sebagai mg senyawa nitrogen atau sebagai mg N yang dikandung senyawa, sebagai contoh 1 mg NH_3 /l (yaitu suatu senyawa nitrogen NH_3) adalah sama dengan 0,82 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ /l (yaitu mg N yang dikandung NH_3)

II.7.2. Prinsip Analisa

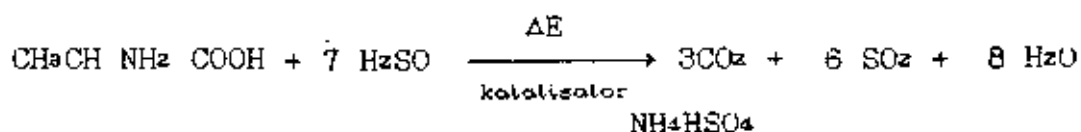
Prinsip proses analisa Total Kjeldahl Nitrogen adalah mengubah zat organis yang mengandung N

menjadi Amoniak, kemudian Amoniak tersebut dianalisa melalui analisa N-Amoniak

Ada beberapa cara untuk mengubah Nitrogen dalam zat organis menjadi Amoniak, anantara lain :

- Cara I :

Nitrogen amino dalam zat organis akan menjadi amoniumsulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ setelah pemanasan sampel didalam larutan asam H_2SO_4 yang mengandung K_2SO_4 (untuk menaikkan suhu asam sulfat) dan HgSO_4 (sebagai katalisator). Reaksi dapat dijelaskan sebagai berikut :



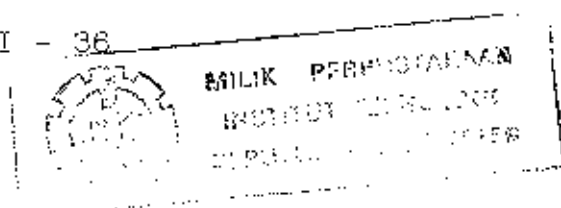
Zat organis tersbut berubah menjadi CO_2 dan H_2O dan melepaskan amoniak yang dalam suasana asam kuat terikat menjadi amonium sulfat. Kemudian tambahan basa serta zat pereduksi yaitu campuran NaOH dan natrium-tiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ akan melepaskan amonium NH_4^+ , sekaligus mengubahnya menjadi amoniak NH_3 . Seluruh amoniak tersebut serta sedikit air dapat didestilasi dari sampel. Di samping amoniak yang berasal dari zat organis tersebut, air buangan (air industri dan lain-lain) juga mengandung amoniak bebas dan amoniak tersebut ikut tersuling bersama NH_3 yang dilepaskan oleh zat organis, dan semua amoniak tersebut disebut N-Kjeldahl, jadi N-Kjeldahl ini adalah N-organis ditambah N-amoniak bebas. Setelah lenyap

dari alat pendingin. NH_3 tersebut diserap oleh larutan asam borat H_3BO_3 .

Akhirnya NH_3 yang terlarut (N-Kjeldahl) pada asam borat tersebut ditentukan melalui cara Nessler. Amoniak sendiri dapat ditentukan secara terpisah tanpa melalui peleburan, yaitu langsung menggunakan cara Nessler.

- Cara II : (4)

Pada prinsipnya cara ke II ini sama dengan cara I, yaitu Nitrogen amino dalam zat organik dirubah menjadi garam amonium (amoniumsulfat) setelah pemanasan sampel dalam larutan asam (H_2SO_4) yang mengandung H_2O_2 sebagai katalisator. Persamaan reaksi yang terjadi sama dengan pada cara yang pertama. Pemanasan dilakukan sampai terjadi refluk, tujuannya supaya peleburan terjadi dengan sempurna sehingga semua nitrogen organik telah berubah menjadi garam amonium sulfat, kemudian semua nitrogen baik itu nitrogen bebas maupun nitrogen organik yang telah menjadi garam amonium dianalisa dengan cara amoniak melalui reaksi Nessler. Pemberian EVA (polyvinyl alcohol) fungsinya adalah supaya larutan lebih jernih terhindar dari kekeruhan dan tidak mengotori glassware.



II.8. Analisa Phosphorus

II.8.1. Umum

Phosphorus (fosfor) terdapat dalam air alam atau air limbah selalu sebagai phosphate (fosfat). Fosfat pada umumnya terdiri dari 3 tipe senyawa yaitu : ortofosfat, polifosfat dan fosfat organis. Ortofosfat adalah senyawa monomer seperti H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} dan PO_4^{3-} , sedangkan polifosfat (juga disebut "condensed phosphate") merupakan senyawa polimer seperti $(\text{PO}_3)_6^{3-}$ (heksametafosfat), $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ (tripolifosfat) dan $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ (pirofosfat), fosfat organis adalah P yang terikat dengan senyawa-senyawa organis sehingga tidak berada dalam larutan secara terlepas. Dalam air alam atau air buangan, fosfor P yang terlepas dan senyawa P selain yang disebutkan diatas hampir tidak ditemui.

Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut tersuspensi atau terikat didalam sel organisme dalam air. Dalam air limbah senyawa fosfat dapat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk, yang masuk kedalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan. Polifosfat dapat memasuki sungi melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergent yang mengandung fosfat seperti industri pencucian atau industri yang sering kali melakukan pencucian terhadap alat-alatnya mis: tanki, industri logam dan sebagainya. Fosfat organis terdapat dalam

air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organik dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat bagi pertumbuhannya. Berbagai macam jenis fosfat juga dipakai untuk pengolahan antiu karat dan anti kerak pada pemanas air (boiler).

Bila kadar fosfat pada air alam sangat rendah ($< 0,01 \text{ mg P/l}$), pertumbuhan tanaman dan ganggang akan terhalang, keadaan ini dinamakan oligotrop. Bila kadar fosfat serta nutrisi lainnya tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrop), sehingga tanaman tersebut dapat menghabiskan oksigen dalam air (sungai atau kolam) pada malam hari atau bila tanaman tersebut mati dan dalam keadaan sedang dicerna (digest).

Berdasarkan ikatan kimia, senyawa fosfat dibedakan sebagai yang disebutkan di atas yaitu: ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Sedangkan klasifikasi penting lain berdasarkan sifat fisis adalah fosfat terlarut, fosfat tersuspensi (fosfat tidak terlarut) dan fosfat total (terlarut + tersuspensi). Fosfat terlarut dipisahkan oleh filter membran dengan pori $0,45 \text{ m}$, dan fosfat total adalah jumlah fosfat terlarut dan fosfat tidak terlarut.

II.8.2. Prinsip analisa

- Penyaringan pendahuluan :

Penyaringan pendahuluan dilakukan untuk dapat membedakan antara fosfat total dan fosfat terlarut.

- Hidrolisa pendahuluan : analisa polifosfat.

Bila sampel dipanaskan dalam suasana asam, maka akan dihidrolisa semua polifosfat, trifosfat, heksafosfat serta sebagian kecil fosfat organis menjadi ortofosfat. Setelah hidrolisa maka jumlah ortofosfat ditentukan dengan analisa ortofosfat. Jumlah polifosfat adalah perbedaan jumlah ortofosfat pada sampel yang didapat setelah pengolahan hidrolisa dalam suasana asam dan ortofosfat pada sampel tanpa hidrolisa.

Kedua analisa ortofosfat dengan atau tanpa hidrolisa dapat dilakukan pada sampel yang disaring atau tanpa disaring.

- Peleburan pendahuluan : analisa fosfat total.

Analisa fosfat total adalah analisa ortofosfat setelah sampel dilebur melalui proses digestion.

- Analisa ortofosfat

Ada beberapa metoda yang bisa dipakai untuk analisa ortofosfat ini antara lain :

metoda asam asorbik :

Amonium molibdat dan kalium antimoniltartrat bereaksi dalam suasana asam dengan ortofosfat hingga membentuk asam

fosfomolibdik, asam fosfomolibdik tersebut kemudian direduksi oleh asam asorbik sampai menjadi moden biru.

metoda asam amino (amino acid) :

Metoda ini dipilih untuk test ortofosfat konsentrasi tinggi. Dalam suasana asam yang tinggi, amonium molibdat bereaksi untuk membentuk asam heteropoli, asam molibdophosphorik. Kemudian senyawa ini direduksi oleh reagen asam amino sampai menjadi biru moden.

II.9. Statistika.

Statistika adalah metoda untuk mengumpulkan, mengilah dan menganalisa data dan kemudian menginterpretasikan kesimpulan.

Data yang diperoleh dari observasi atau pengukuran, pada umumnya masih merupakan data kasar. Data kasar ini secara langsung masih belum bisa menggambarkan peristiwa-peristiwa yang bersifat kuantitatif. Statistik bertugas menyajikan data dalam bentuk yang lebih teratur dan mudah dimengerti.

Dalam statistik ada 3 macam pengukuran sentral yang utama yaitu, rata-rata (mean), madian dan modus.

Rata-rata (Mean).

Rata-rata (mean) merupakan jumlah dari seluruh nilai pengukuran dibagi jumlah pengukuran.

Median.

Median dapat didefinisikan sebagai suatu nilai yang membagi seluruh jumlah observasi menjadi dua bagian yang sama.

Modus.

Definisi modus adalah :

- nilai yang mempunyai frekuensi terbesar dalam kelompok apabila data itu belum dikelompokkan.
- nilai tengah suatu kelompok yang memiliki frekuensi terbesar dalam distribusi apabila data itu sudah dikelompokkan.

Dalam penelitian, seringkali diperlukan informasi yang lebih banyak dari pada hanya pengukuran nilai sentralnya, sebab nilai sentral tidak memberi jaminan keseragaman dari data yang diteliti.

Untuk membedakan kelompok yang satu dengan yang lain, diadakan pengukuran kecenderungan penyebaran atau dispersi atau derajat perserakan. Adapun pengukuran yang sering digunakan adalah :

1. Jangkau (range).
2. Simpangan rata-rata (deviasi rata-rata).
3. Simpangan baku (devisasi standard).

Jangkau (range).

Pengukuran variasi yang paling sederhana ialah jangkau (range) yaitu antara nilai tertinggi dan nilai terendah dari data yang belum dikelompokkan. Pengukuran jangkau ini sangat sederhana

yaitu harus memperhatikan dua nilai ekstrem saja, karena itu hasilnya pun kurang memuaskan untuk menjelaskan variasi dari data yang diteliti, namun jangkauan sangat berguna untuk pengawasan kualitas.

Simpangan Rata-rata.

Agar semua observasi dapat dihitung dan dipertimbangkan jaraknya dari nilai sentral, maka digunakan sebuah simpangan rata-rata (deviasi rata-rata), rumus yang bisa dipakai :

$$\text{Simpangan rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

dimana : x_i = nilai pengukuran ke i

\bar{x} = rata-rata (mean)

n = jumlah pengukuran.

Umumnya simpangan rata-rata merupakan pengukuran kecenderungan penyebaran yang lebih baik dari pada menggunakan penyebaran yang lebih baik, karena hasil pengukuran simpangan rata-rata mencerminkan kecenderungan penyebaran tiap-tiap nilai observasi dari harga rata-ratanya dan bukan hanya tergantung pada kedua nilai ekstremnya.

Simpangan Baku (Deviasi Standard).

Sampai saat ini para ahli statistik menganggap simpangan baku

sebagai alat pengukuran penyebaran yang paling memuaskan dibanding dengan cara lain :

Untuk $n < 100$

$$SD = \frac{\sum_{i=1}^n \left(x_i - \bar{x} \right)^2}{n - 1}$$

Untuk $n > 100$

$$SD = \frac{\sum_{i=1}^n \left(x_i - \bar{x} \right)^2}{n}$$

Dalam ilmu statistik grafik adalah penyajian data dalam bentuk gambar. Grafik dapat disajikan dalam beberapa bentuk.

Grafik Batang (Bar Graph).

ialah suatu grafik yang dibuat untuk menunjukkan adanya perbedaan angka, dengan memakai batang-batang yang lebarnya sama, sedang tingginya sesuai dengan angka-angka yang bersangkutan.

Grafik Garis Patah (Broken - Line Graph).

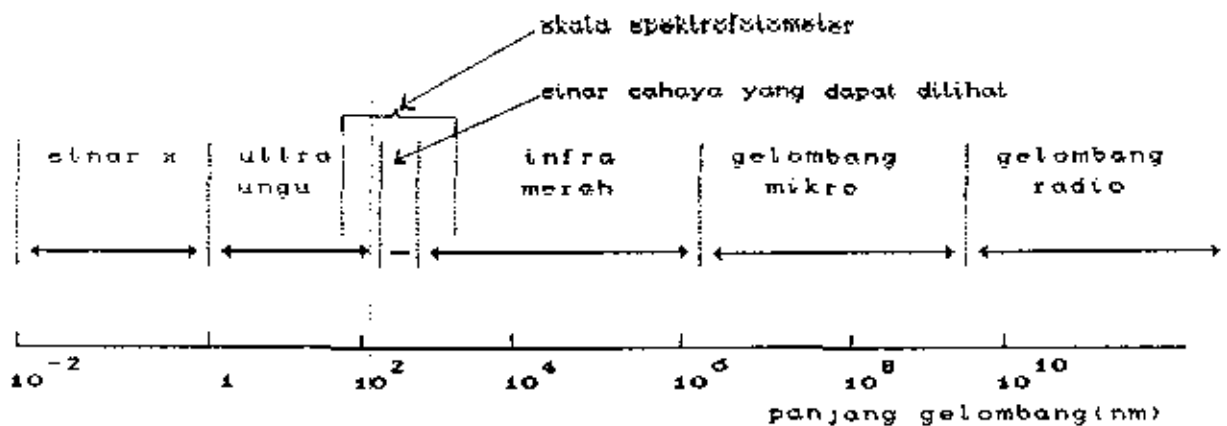
ialah suatu grafik yang dibuat untuk menunjukkan adanya perbedaan angka-angka dengan memakai garis-garis patah yang menghubungkan setiap koordinat pasangan-pasangan titik yang bersangkutan.

Grafik Garis Lengkung (Curve - Line Graph).

ialah suatu grafik yang dibuat untuk menunjukkan adanya perbedaan angka-angka dengan memakai garis lengkung yang melalui setiap koordinat pasangan-pasangan titik yang bersangkutan.

II.5.1. Prinsip metode spektrofotometris

Pada metode spektrofotometris, sampel menyerap radiasi (pemancaran) elektromagnetis, yang pada panjang gelombang tertentu dapat dilihat. Larutan tembaga misalnya berwarna biru karena larutan tersebut menyerap warna komplementer, yaitu kuning. Semakin banyak molekul molekul tembaga persatuan volum, semakin banyak cahaya kuning diserap dan semakin tua warna biru larutannya. Spektrofotometri memanfaatkan peristiwa ini. Sebetulnya semua larutan kecuali yang tidak berwarna, menyerap sinar cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Spektrum sinar cahaya tersebut dijelaskan pada gambar II-1 sinar cahaya yang putih atau tidak berwarna merupakan campuran sinar yang berwarna, yaitu yang bersifat satu panjang gelombang tertentu.



Gambar II.1A Spektrum gelombang elektromagnetik

BAB III

METODOLOGI

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan optimasi diperlukan beberapa data, antara lain data dari hasil analisa, data pengamatan, data dari waste water treatment plant dan surat keputusan gubernur. Untuk mendapatkan data-data tersebut khususnya data dari hasil analisa ada beberapa hal yang harus dilakukan yaitu : sampling, analisa di laboratorium, perhitungan dan kalibrasi.

Untuk menentukan tempat pengambilan sampel perlu dipelajari pola aliran dari proses produksi sehingga dapat diketahui unit-unit yang menghasilkan air limbah. Penentuan waktu sampling tergantung pada waktu limbah dihasilkan, sampling dilakukan selama satu minggu untuk satu unit. Cara pengambilan sampel adalah grab sampling.

Parameter-parameter yang akan dianalisa adalah COD, TKN, P, pH dan debit, dengan pertimbangan parameter-parameter ini yang berpengaruh pada biorotor. Pengukuran parameter-parameter tersebut menggunakan peralatan dan metoda dari Hach company. Hasil pengukuran yang diperoleh khususnya parameter COD dan TKN didapatkan nilai yang kurang tepat, untuk itu perlu dilakukan kalibrasi. Cara melakukan

kalibrasi adalah dengan membandingkan metoda tersebut dengan metoda konvensional (dari Standart method). Untuk menentukan ketelitian dilakukan analytical quality control (AQC) untuk parameter COD, TKN dan P. AQC untuk TKN dilakukan dengan analisa nitrogen amoniak cara Nessler bukan dengan analisa total kjeldahl nitrogen, dengan pertimbangan analisa amoniak tidak terlalu sulit. AQC untuk COD dilakukan dengan metoda konvensional (standart method), sedang AQC untuk P dilakukan dengan menggunakan metoda dari Hach.

Dengan menggunakan data dari waste water treatment plant yang diperoleh dari hasil analisa karyawan PT MBI serta telah dikalibrasi seperti hasil analisa, dapat dibuat grafik beban COD influent biorotor (Kg/hari) vs konsentrasi COD effluent (mg/l). Effluent biorotor di PTMBI ini dibuang ke sungai Jagir, tepatnya setelah intake PDAM Ngagel. Menurut tata guna perairan sungai Jagir termasuk kelas C karena masih dipakai untuk perikanan dan pertanian. Dari surat keputusan gubernur nomor 414 tahun 1987, dapat diketahui effluent dari PT MBI digolongkan pada golongan II karena membuang limbah di kelas C. Dari s.k. gubernur tersebut dapat dilihat standart effluent air limbah untuk golongan II, konsentrasi COD tidak boleh lebih dari 100 mg/l. Ini berarti konsentrasi COD dari effluent biorotor tidak boleh lebih dari 100 mg/l, nilai standart COD ini dapat

diplotkan kedalam grafik diatas sehingga diperoleh beban untuk biorotor agar effluent yang dihasilkan tidak lebih dari standart effluent. Beban terhadap biorotor ini tergantung pada pada air limbah yang dihasilkan oleh masing-masing unit. Untuk mendapatkan beban yang cocok maka perlu dilakukan usaha untuk menekan beban yang dihasilkan oleh masing-masing unit.

Dari hasil analisa telah diketahui konsentrasi COD, TKN, P dan debit dari air limbah dimasing-masing unit, sehingga dapat dihitung beban masing-masing unit, dan kemudian dapat dibuat grafik waktu vs beban. Dari grafik tersebut akan tampak unit yang menghasilkan beban terbesar dan berarti unit itulah yang cukup berpengaruh pada biorotor. Pada unit tersebut dititik beratkan usaha untuk mendapatkan pembebanan yang optimal bagi biorotor, untuk mendapatkan hasil effluent yang tidak melebihi standart effluent.

III.1. Metoda Sampling

Dengan menggunakan diagram alir proses produksi dan tempat sumber air limbah, diketahui sampel dapat diambil di tempat-tempat sebagai berikut :

- | | |
|----------------|----------------------|
| 1. mash tun | 9. filter kieselguhr |
| 2. mash cooper | 10. filter PVPP |
| 3. lauter tun | 11. Bright Beer Tank |
| 4. wort cooper | 12. washer |

- | | |
|---------------------|------------------|
| 5. whirlpool | 13. pasteurizer |
| 6. tanki fermentasi | 14. selokan |
| 7. yeast tank | 15. kantin |
| 8. yeast press | 16. pretreatment |

catatan :

selokan : air limbah dari washer bercampur dengan air limbah dari pasteurizer.

pretreatment : sampel diambil dari sewer pit (sebelum equalisasi), tempat dimana limbah dari beberapa unit dapat bertemu.

Pengambilan sampel dilakukan secara grab sample, sampel diambil langsung pada saat unit menghasilkan limbah, misalnya pada saat ada pencucian tanki, pencucian botol dan sebagainya. Sampel diambil sedikit demi sedikit dengan menggunakan gayung plastik, dilakukan saat air limbah mulai mengalir hingga berhenti. Sampel dari satu tempat yang diambil sedikit demi sedikit tersebut dikumpulkan dalam timba plastik, diaduk, diambil secukupnya dan dimasukkan ke dalam botol. Sebelumnya alat-alat yang dipakai untuk mengambil sampel terlebih dulu dibilas dengan sampel yang akan diambil. Botol sampel diberi label dengan keterangan :jam pengambilan dan lokasi tempat sampel diambil. Sampel kemudian langsung

dianalisa. Khusus untuk sampel dari pretreatment sampel ini merupakan sampel kumulatif dan diambil secara otomatis, sampel diambil pada jam :

1. jam 08.00 merupakan gabungan air limbah mulai jam 14.00 s/d jam 08.00
2. jam 10.00 merupakan gabungan air limbah mulai jam 08.00 s/d jam 10.00.
1. jam 12.00 merupakan gabungan air limbah mulai jam 10.00 s/d jam 12.00
2. jam 14.00 merupakan gabungan air limbah mulai jam 12.00 s/d jam 14.00.

II.2. METODA ANALISA

Metoda analisa adalah metoda yang dipakai untuk analisa di laboratorium, ada dua metoda yang dipakai disini yaitu metoda dari Hach dan metoda konvensional (Standart Method).

III.2.1. Pengukuran Konsentrasi COD

Metoda yang dipakai untuk pengukuran konsentrasi COD pada sampel adalah metoda Colorimetric micro digestion (dari Hach company). Hasil yang didapat dari pengukuran dengan metoda tersebut kurang tepat. Untuk itu dipakai metoda analisa yang lain sebagai pembanding dan kalibrasi hasil

analisa yang lain sebagai pembanding dan kalibrasi hasil pengukuran dengan metoda Colorimetric. Metoda yang dipilih sebagai pembanding adalah metoda Titrimetric micro digestion dengan pertimbangan metoda ini lebih teliti karena volume sampel yang digunakan lebih banyak, tidak melibatkan pemakaian spektrofotometer karena ketelitian sangat tergantung pada penentuan titik akhir titrasi, dan sebagainya.

Sedang pertimbangan kenapa metoda dari Colorimetric tetap dipakai untuk pengukuran konsentrasi TKN dalam sampel adalah :

- Disesuaikan dengan peralatan dan reagent yang telah tersedia di PT MBI.
- Hasil pengukuran cepat didapat.
- Lebih mudah.
- Lebih efektif karena 1 COD reaktor dapat dipakai untuk 20 sampel sekaligus.

A. Metoda titrimetric untuk micro digestion

Cara kerja

1. Pindahkan 0,4 g Hg SO_4 kedalam gelas erlenmeyer COD 250 ml
2. Masukkan 5 atau 6 batu didih yang telah dibersihkan terlebih dulu ke dalam gelas erlenmeyer tersebut.
3. Tambahkan larutan sampel sebanyak 20 ml.

4. Tambahkan larutan K_2CrO_7 sebanyak 10 ml.
5. Siapkan 30 ml reagen asam sulfat - perak sulfat, tuangkan hati-hati reagen tersebut kedalam gelas erlenmeyer COD.
6. Alirkan air pendingin pada kondensor dan letakkan gelas erlenmeyer COD di bawah kondensor.
7. Letakkan kondensor dengan gelas erlenmeyer COD diatas pemanas. Nyalakan alat pemanas dan refluks larutan selama 2 jam.
8. Biarkan gelas refluk dingin dahulu, kemudian bilaslah kondensor dengan air suling sebanyak 25 sampai 50 ml.
9. Lepaskan gelas refluk dari kondensor, dinginkan larutan (untuk lebih cepat gelas refluk dapat direndam dalam air) kemudian encerkan larutan yang telah direfluk tadi sampai dua kali jumlah larutan semula. Tambahkan air suling kira - kira 150 - 200 ml. Dinginkan lagi sampai suhu ruangan.
10. Tambahkan 3 - 4 tetes indikator ferroin.
11. Dikromat yang tersisa didalam larutan sesudah refluks, dititrasikan dengan larutan standart ferro amonium sulfat sampai warna hijau biru menjadi coklat merah.
12. Blanko terdiri dari 20 ml air suling yang mengandung semua reagen yang ditambahkan pada larutan sampel. Refluks dengan cara yang sama seperti diatas.

Peralatan

1. Alat refluks, terdiri dari gelas erlenmeyer 250 ml dan

kondensor Liebig dengan sistem ground glass joint.

2. Batu didih terbuat dari kaca atau porselin atau bahan lain.
3. Pemanas listrik
4. Buret 50 ml
5. Pipet 10 ml, 20 ml.
6. 2 beker tinggi 200 ml
7. 2 labu takar 1 l, 1 labu takar 100 ml
8. karet penghisap.

Reagen

1. Larutan standart kalium dikromat 0,1 N

Gunakan labu takar 1 l untuk melarutkan 4,9036 g $K_2Cr_2O_7$ pa (telah dikeringkan dalam oven $105^\circ C$ selama 2 jam dan didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan kelembaban), tambahkan air suling sampai 1000 ml.

2. Bubuk atau kristal $HgSO_4$ (merkuri sulfat).
3. Perak sulfat : bubuk Ag_2SO_4 .
4. Asam sulfat : H_2SO_4 pekat.

5. Reagen asam sulfat :

H_2SO_4 pekat yang telah ditambah 10 g Ag_2SO_4 per liter asam. Pelarutan garam Ag_2SO_4 ini membutuhkan waktu 1 sampai 2 hari.

6. Larutan standart fero amonium sulfat 0,1 N

Gunakan labu ukur 1 liter untuk melarutkan 39 gram $\text{Fe}(\text{NH}) (\text{SO}) .6 \text{H}_2\text{O}$ di dalam 500 ml air suling. Tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat, akibatnya larutan menjadi hangat. Dinginkanlah larutan, tambahkan air suling sampai 1 liter. Larutan ini harus distandartkan dengan kalium dikromat. Larutan FAS ini tidak stabil karena sebagai zat pereduksi akan dioksidasi sedikit demi sedikit oleh oksigen terlarut dari udara. Standardisasi perlu dilakukan setiap hari sebelum tes COD.

Standardisasi larutan titran FAS :

Gunakan beker 200 ml untuk mengencerkan 10 ml larutan standart kalium dikromat dengan air suling sampai 100 ml. Tambahkan 30 ml H_2SO_4 pekat. Dinginkan kemudian titrasikan dengan larutan FAS dengan menggunakan 2 sampai 3 tetes indikator ferroin. Warna larutan berubah dari hijau kebiru-biruan menjadi oranye ke merah-merahan. Dengan demikian :

$$\text{Normaliti FAS} = \frac{\text{ml } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{normaliti } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{ml FAS yang digunakan}}$$

7. Indikator ferroin (fenantrolin fero sulafat) :

Gunakan labu takar 100 ml untuk melarutkan fenantrolin monohidrat sebanyak 1,485 g dan 895 mg $\text{FeSO}_4 .7 \text{H}_2\text{O}$ dengan



sedikit air suling, kemudian encerkan larutan ini sampai 100 ml.

Perhitungan :

$$\text{COD (mg O}_2\text{/l)} = \frac{(a - b) \times N \times 8000}{\text{ml sampel}}$$

dimana :

- a : ml FAS yang digunakan untuk titrasi blanko
- b : ml FAS yang digunakan untuk titrasi sampel.
- N : normaliti larutan FAS

B. Metoda Colorimetric untuk micro digestion

Cara kerja

1. Pipet 2 ml sampel dengan pipet volumetrik dan masukkan kedalam reagen digestion COD dalam vial.
2. Hidupkan COD reactor dan atur suhu hingga temperatur 150°C
3. Letakkan vial yang telah berisi reagen digestion + sampel kedalam reactor.
4. Panaskan pada temperatur 150°C selama 2 jam.
5. Angkat vial dari reactor dan dinginkan hingga suhu kamar.
6. Masukkan blanko kedalam pemegang sel pada spektro.
7. Hidupkan spektro dan masukkan skala COD High range (0 - 1500 mg/l) dan atur pada panjang gelombang 620 nm.

8. Atur tombol pada NORM dan atur Right set kontrol apakah jarum telah menunjuk angka nol.
9. Atur tombol pada Left set dan kontrol apakah jarum telah menunjukan pada skala maksimum.
10. Masukkan vial yang telah dingin kedalam pemegang sel pada spektro dan baca mg/l COD dari skala.
11. Persiapan blanko : sampel yang dipakai adalah air suling dan perlakukan dengan prosedur yang sama seperti sampel.

Peralatan

1. 1 pipet volumetrik 2 ml.
2. COD reaktor.
3. COD vial.
4. Spektrofotometer.
5. Skala COD high range.

Reagen

1. 8,30596 g kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$)
2. 839 ml asam sulfat (H_2SO_4)
3. 10 gr perak sulfat (Ag_2SO_4)
4. 161 ml aquadest

Campur semua reagent diatas dalam labu, kemudian ambil 3 ml campuran reagen tersebut dan masukkan kedalam vial.

5. 0,03 g $HgSO_4$ yang ditambahkan pada tiap-tiap vial.

Apabila diperkirakan sampel mengandung konsentrasi 0.1 gr Hg SO_4 .

III.2.2. Pengukuran konsentrasi TKN

Metoda analisa yang dipakai untuk pengukuran konsentrasi TKN pada sampel adalah metoda dari Hach company. Hasil yang didapat dari pengukuran dengan metoda tersebut kurang tepat. Untuk itu dipakai metoda analisa yang lain sebagai pembanding dan kalibrasi hasil pengukuran dengan metoda dari Hach company. Metoda yang dipilih sebagai pembanding adalah metoda Makro Kjeldahl dengan pertimbangan metoda ini lebih teliti karena volume sampel yang digunakan lebih banyak.

Sedang pertimbangan kenapa metoda dari Hach tetap dipakai untuk pengukuran konsentrasi TKN dalam sampel adalah :

- Disesuaikan dengan peralatan dan reagent yang telah tersedia di PT MBI.
- Hasil pengukuran cepat didapat.
- Lebih mudah.

(4)

A. Metoda Mikro Kjeldahl

Dalam metoda ini cara yang dipakai untuk mengubah nitrogen organis menjadi amoniak adalah cara yang I (pada bab I)

Cara kerja :

1. Tuangkan 50 ml sampel kedalam labu Kjeldahl.
2. Tambahkan 50 ml reagen peleburan.
3. Masukkan kedalam labu Kjeldahl beberapa batu didih.
4. Panaskan pelan-pelan sampai gas SO_2 hilang.
5. Dinginkan tambahkan indikator PP kurang lebih 10 tetes, kemudian tambahkan 50 ml Hydroxi tiosulfat dengan hati-hati, bila belum timbul warna merah tambahkan terus sampai timbul warna rosa (berarti pH sudah > 9.5).
6. Destilasikan dengan menampung hasil destilasi pada 25 ml asam borat, destilasi dihentikan apabila sisa yang ada pada labu tinggal 50 %.
7. Tuang destilat yang mengandung asam borat kedalam labu takar (volume labu takar sesuai volume cairan sampel sebelum destilasi 50 ml) encerkan menjadi volume labu takar.
8. Destilat ini siap untuk dianalisa dengan cara Nessler.
9. Cara kerja yang bisa dilakukan untuk penentuan amoniak secara spektrofotometris melalui reaksi Nessler adalah :
 - Pindahkan destilat yang telah terencer dari volume labu

takarnya kedalam erlenmeyer 100 ml, kemudian tambahkan 2 ml reagen Nessler.

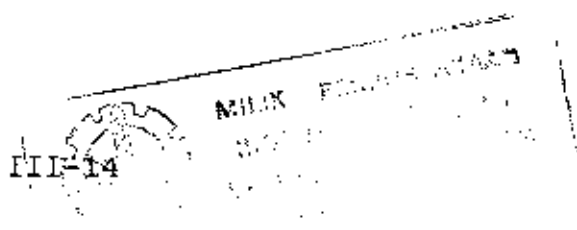
- Kocok dan biarkan reaksi berjalan selama 10 menit.
- Dengan menggunakan spektrofotometer ukurlah panjang gelombang pada 400 - 425 nm terhadap blanko, atur Right set hingga jarum menunjuk angka nol.
- Setelah 10 menit tuang destilat ke dalam tabung Nessler dan baca absorbansi dengan menggunakan spektro.
- Bacalah absorbansi sampel dan sesuaikan pada garis kalibrasi.

10. Persiapan larutan blanko :

Larutan blanko terdiri dari air suling bebas amoniak (NH_3) yang diperlakukan sesuai prosedur yang dilaksanakan pada sampel (peleburan dan destilasi) dari permulaan sampai penambahan reagen Nessler. Larutan blanko mengimbangi sisa NH_3 yang dikandung air suling dan bahan kimia.

11. Pembuatan kurva kalibrasi :

Larutan standart berjumlah 5 buah dengan bermacam - macam konsentrasi dan diperlakukan sama seperti sampel, bacalah absorbansinya. Buat kurva absorbansi vs konsentrasi. Besarnya konsentrasi amoniak yang dapat terbaca oleh spektro 0 samapai 4 mg/l.



Peralatan :

1. Labu Kjeldahl 250 ml.
2. Pemanas yang cukup kuat dan sesuai dengan bentuk labu.
3. Pipet atau labu takar untuk mengisi labu kjeldahl sesuai dengan volume sampel yang diinginkan.
4. Batu didih.
5. bermacam-macam pipet : 50 ml, 25 ml dan sebagainya.
6. Gelas erlenmeyer 50 ml.
7. Alat destilasi.
8. Spektrofotometer dengan panjang gelombang 400 sampai 500 nano meter.
9. Tabung Nessler..

Reagent

1. Reagen peleburan :

Siapkan dahulu larutan merkuri sulfat yaitu di dalam beker 100 ml yang berisi 25 ml H_2SO_4 6 N, larutkan 2 g HgO (merkuri oksida) sampai terlarut. Dalam labu takar 1 l, larutkan 134 g K_2SO_4 (kalium sulfat) dengan 650 ml air suling dan 200 ml H_2SO_4 pekat. Kocoklah labu takar tersebut dan selama pengocokkan tambahkan larutan merkuri sulfat yang telah disiapkan diatas. Encerkan campuran samapai 1 liter dengan air suling.

2. Larutan natrium hidroksid natrium tiosulfat :

Dalam botol 1 liter larutkan 500 g NaOH atau KOH dan 25 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan air suling sampai botol penuh 1 liter.

3. Larutan indikator fenolftalein.

4. Larutan asam borat H_3BO_3 (larutan absorben)

Kedalam labu takar 500 ml, larutkan 10 g H_3BO_3 dan encerkan dengan air suling menjadi 500 ml.

5. Reagen Nessler :

Kedalam labu takar 1 liter larutkan 160 g NaOH dengan 500 ml air suling. Kemudian dinginkan larutan NaOH tersebut. Siapkan beker 100 ml untuk melarutkan 100 g HgI_2 merkuri iodida dan 70 g KI dengan sedikit air suling. Tambahkan campuran dalam beker ini sedikit demi sedikit kedalam labu takar 1 liter yang berisi larutan NaOH yang telah dingin tadi. Encerkan dengan air suling sampai volume menjadi 1 liter. larutan ini stabil samapi satu tahun.

6. Larutan standart amoniak :

Kedalam labu takar 1 liter, larutkan 0,3819 g amoniak klorida NH_4Cl (yang sudah dikeringkan pada 10°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator) dengan air suling dan encerkan menjadi 1 liter; 1 ml larutan persediaan = 1 mg N = 1,22 mg NH_3 .

B. Metoda dari Hach company ⁽⁴⁾

Dalam metoda ini cara yang dipakai untuk mengubah nitrogen organis menjadi amoniak adalah cara yang II :

Cara kerja digestion

1. Dengan menggunakan pipet ukur, ambil 50 ml sampel dan masukkan kedalam labu digestion 100 ml.
2. Dengan menggunakan pipet ambil 3 ml reagen asam sulfat - hidrogen peroksida dan masukkan ke dalam labu.
3. Letakkan labu pada pemanas dan pasanglah manifold. Alirkan air pendingin dan nyalakan pemanas.
4. Setelah dipanaskan selama 15 menit dengan menggunakan pipet tambahkan 3 ml asam sulfat - hidrogen peroksida. Teruskan pemanasan sampai terjadi refluk.
5. Lepaskan manifold, angkat labu dari pemanas dan biarkan dingin.
6. Tambahkan air suling kedalam labu hingga volume 100 ml dan kocok.
7. Larutan digest ini sekarang dapat dianalisa untuk total keldahl nitrogen dengan penentuan amoniak metoda Nessler.

Cara kerja analisa amoniak metoda Nessler ⁽⁴⁾

1. Ambil 3 ml larutan digest dengan menggunakan pipet dan masukkan ke dalam gelas ukur 25 ml.
2. Tambahkan 0,1 g/l Polyvinyl Alkohol solution (PVA) hingga

volume 25 ml, kocok dan tuang kedalam sel sampel yang bersih.

3. Tambahkan 1 ml reagen Nessler dan kocok. Warna kuning akan tampak jika terdapat nitrogen kjeldahl.
4. Letakkan blanko kedalam pemegang sel pada spektro, masukkan skala Total Kjeldahl Nitrogen, hidupkan spektro dan atur pada panjang gelombang 460 nm.
5. Letakkan tombol pada NORM dan atur kontrol right set untuk pembacaan angka nol.
6. Letakkan tombol pada LEFT SET dan atur kontrol left set untuk pembacaan pada angka ekstrem (maksimum).
7. Letakkan sampel pada pemegang sel dan baca konsentrasi (mg/l) total kjeldahl nitrogen.
8. Cara mempersiapkan blanko :

Ukur 25 ml PVA dengan gelas ukur dan tuang kedalam sel sampel yang bersih, tambahkan 1 ml reagen Nessler dan kocok.

Peralatan

- Untuk digestion

1. Digesdahl apparatus (paralatan untuk digestion), terdiri dari :

- * labu digestion 100 ml
- * manifold

* pemanas

* peralatan air pendingin

2. Pipet ukur 50 ml

3. Pipet 5 ml

4. Pipet 25 ml

5. Labu ukur 25 ml

- Untuk analisa amoniak metoda Nessler

1. Pipet 5 ml

2. Gelas ukur 25 ml

3. Sel sampel

4. Spektrofotometer

5. Skala Total Kjeldahl Nitrogen

Reagent

1. Asam sulfat - hidrogen peroksida :

Tuang 66 ml hidrogen peroksida 50 % kedalam labu ukr 250 ml. Hati-hati dan pelan-pelan tambahkan 33 ml asam sulfat pekat, aduk, dinginkan dan simpan.

2. 0,1 g/l Polyvinyl Alkohol Solution (PVA) :

Larutkan 5 ml dari 20 g/l PVA dengan air suling.

3. Reagen Nessler.

III.2.3. Pengukuran Konsentrasi P dengan metoda amino acid

Metoda yang dipakai untuk pengukuran konsentrasi

Phosphor (P) pada sampel adalah metoda Amino Acid dari Hach company. Hasil yang didapat dari pengukuran dengan metoda tersebut cukup tepat. Untuk itu tidak dipakai metoda lain sebagai pembandingan seperti pada analisa COD dan TKN.

Pertimbangan kenapa metoda Amino Acid dipakai untuk pengukuran konsentrasi P dalam sampel.

- Disesuaikan dengan peralatan dan reagent yang telah tersedia di PT MBI.
- Hasil pengukuran cepat didapat.
- Lebih mudah.

Cara kerja

1. Dengan menggunakan pipet ukur ambil 25 ml sampel dan tuang kedalam sel sampel.
2. Tambahkan 1 ml reagen molybdate.
3. Tambahkan 1 ml reagen amini acid, kocok warna biru akan timbul bila terdapat phosphat.
4. Diamkan selama 10 menit supaya reaksi berjalan dengan sempurna, tapi tidak boleh lebih dari 15 menit sebelum pembacaan dengan spektro.
5. Pembuatan blanko : isi sel sampel yang lain dengan 25 ml sampel tanpa ditambah dengan kedua reagen diatas.
6. Letakkan blanko pada pemegang sel, masukkan skala Phosphat dan hidupkan spektro atur panjang gelombang pada 530 nm.

7. Letakkan tombol pada NORM dan atur kontrol right set untuk pembacaan angka nol.
8. Letakkan tombol pada LEFT SET dan atur kontrol left set untuk pembacaan pada angka ekstrem (maksimum).
9. Letakkan sampel pada pemegang sel dan baca konsentrasi (mg/l) phosphat.

Peralatan

1. Gelas ukur 25 ml.
2. Labu ukur 500 ml.
3. Gelas ukur 500 ml.
4. Pipet 1 ml.

Reagen

1. Amino acid
2. Molybdate

Perhitungan

$$P = \frac{PO_4}{3}$$

Dimana :

P : Konsentrasi phosphor (mg P/l)

PO₄ : Konsentrasi phosphat (mg P/l)

(yang didapat dari bacaan spektro)

III.3. Kalibrasi

III.3.1 Kalibrasi untuk COD.

Seperti yang telah disebutkan pada sub-bab III.1 , untuk hasil pengukuran konsentrasi COD dengan metode Calorimetric Micro Digestion dari Hach Company perlu dikalibrasi terlebih dulu agar didapat nilai yang sesuai. Kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan metode tersebut dengan metode yang lain, yang dapat menghasilkan nilai yang sesuai. Metode yang dipakai sebagai pembanding adalah metode Titrimetric Micro Digestion.

Kalibrasi dilakukan dengan cara mengukur konsentrasi COD dari larutan standard yang sama, dengan menggunakan kedua metode diatas. Konsentrasi larutan standard yang akan diperiksa bermacam-macam, disini dipakai 5 macam konsentrasi. Larutan standard yang dipakai adalah Kalium Hidrogen Phthalate ($C_8H_5O_4$), cara pembuatan larutan standard tersebut ⁽²⁾

- Keringkan Kalium Hidrogen Phthalate ($C_8H_5O_4$), pada suhu $105^{\circ}C$ selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator.
- Timbang dengan teliti sebanyak 0.2125 gram.
- Letakkan dalam labu ukur 500 ml. dan tambah dengan aquadest hingga volume labu.
- Konsentrasi larutan standard tersebut :

$$\text{Konsentrasi} = \frac{1.176^* \text{ gram } O_2/\text{gram} \times 0.2125 \text{ gram} \times 2 \times 1000}{2 \times 500 \text{ ml.}}$$

Catatan.

* = Kalium Phthalate mempunyai nilai COD teoritis 0.176 gram O_2 /gram.

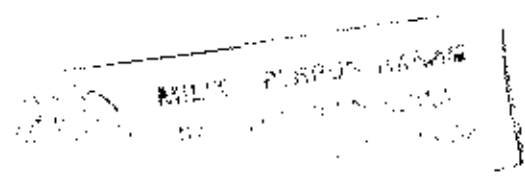
Dari hasil pengukuran COD dengan kedua metode tersebut, dibuat kurva Konsentrasi Larutan Standard vs Konsentrasi Hasil Pengukuran. Gambarlah kurva garis yang didapat dari masing-masing metode dalam satu grafik. Dengan jalan substitusi dari kedua persamaan garis yang ada akan diperoleh suatu persamaan yang didapat untuk kalibrasi nilai COD yang diperoleh dengan metode Clorimetric Micro Digestion.

iii.3.3. Kalibrasi untuk TKN.

Kalibrasi untuk TKN hampir sama dengan kalibrasi untuk COD. Metode yang dipakai untuk pengukuran Total Kjeldari Nitrogen (TKN) pada sampel adalah metode dari Hach Company, sedang metode yang dipakai untuk pembanding adalah metode Macro Kjeldarl.

Larutan standard yang dipakai untuk kalibrasi adalah larutan NH_4Cl (Amonium Clorida). Cara pembuatan larutan tersebut adalah :

- Keringkan Amonium Klorida pada suhu $105^{\circ}C$ selama 1 jam, kemudian denginkan dengan desikator.
- Timbang dengan teliti sebanyak 0.1483 gram.
- Letakkan dalam labu ukur 500 ml, tambah dengan aquadest hingga volume labu.



- Konsentrasi larutan standard :

$$\begin{aligned}\text{Konsentrasi} &= 0.1483 \times \frac{17}{53.5} \times 2 \times 1000 \times \text{mg NH}_3/\text{liter} \\ &= 94,24 \text{ mg NH}_3/\text{liter} \\ &= 77.6 \text{ mg NH}_3\text{-N/liter}\end{aligned}$$

Dengan dampel (dari larutan standard) yang dipakai 5 buah dengan konsentrasi mg NH₃-N/liter yang berbeda. Kelima sampel tersebut dianalisa dengan kedua metode tersebut. Dengan cara yang sama seperti pada kalibrasi COD, buat persamaan yang dapat dipakai untuk kalibrasi TKN yang diperoleh dengan metode dari Hach Company.

Khusus untuk metode Macro Kjeldahl, setelah proses digestion dan destilasi selesai, encerkan destilat yang diperoleh hingga dapat terbaca pada spektro. Kemampuan dari spektro untuk membaca konsentrasi amoniak adalah 0 - 4 mg NH₃/liter. Gambarlah dahulu kurva kalibrasi Absorbansi vs konsentrasi Amoniak (setelah digestion dan destilasi). Plotkan kembali absorbansi yang diperoleh dan baca konsentrasi amoniak yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Konsentrasi amoniak ini dikonversikan ke mg NH₃/liter, dan kalikan dengan besarnya angka pengenceran, akan diperoleh konsentrasi TKN hasil perhitungan dari metode Macro Kjeldahl.

III.3.3. Kalibrasi untuk Nitrogen Amoniak

Dalam melakukan Analytical Quality Control (AQC) untuk TKN dipakai analisa nitrogen amoniak cara Nessler tanpa

malalui proses digestion dan destilasi. Untuk itu diperlukan kurva kalibrasi, yang akan dipakai untuk mengetahui besarnya konsentrasi dari nilai absorbansi yang diperoleh pada AQC.

Disiapkan larutan standart amoniak yang berjumlah 5 buah dengan bermacam-macam konsentrasi, larutan standart ini diperiksa dengan cara Nessler tanpa digestion dan destilasi. Dengan menggunakan spektro baca absorbansinya, buat kurva absorbansi vs konsentrasi larutan standart, kurva ini dinamakan kurva kalibrasi.

III.4. AQC (Analytical Quality Control)

AQC (Analytical Quality Control) diperoleh dengan jalan menganalisa atau mengukur beberapa kali larutan yang mengandung konsentrasi suatu zat yang sama. Dari AQC dapat dihitung nilai, antara lain : standart deviasi, rata-rata, akurasi yang merupakan selisih antara rata-rata pengukuran dengan sesungguhnya serta dapat dibuat control chart.

Dalam tugas akhir ini ada 3 parameter yang harus diperiksa yaitu : COD, TKN dan P, untuk itu diperlukan pula 3 AQC : AQC untuk COD, AQC untuk TKN dan AQC untuk P.

A. AQC untuk COD

Larutan standart kalium hidrogen phthalate ($C_8H_5KO_4$) dengan konsentrasi 500 mg O_2/l diencerkan 5 kali

dan diperoleh larutan dengan konsentrasi 100 mg O_2/l . Larutan tersebut diukur konsentrasi COD nya dengan menggunakan metoda titrimetric micro digestion. Pengukuran dilakukan untuk 50 sampel yang konsentrasinya sama (100 mg O_2/l). Dari hasil analisa akan diperoleh ml FAS yang diperlukan untuk menentukan sisa kromat. Dengan menggunakan rumus 3 - 2 dapat dihitung konsentrasi COD dari sampel (mg O_2/l).

B. AQC untuk TKN

Cara yang dilakukan untuk AQC ini hampir sama dengan cara sebelumnya. Larutan standart amonium khlorida (NH_4Cl) dengan konsentrasi 94,2 mg NH_3/l diencerkan 100 kali dan diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,943 mg NH_3/l . Larutan ini diukur konsentrasi amoniaknya dengan metoda nessler tanpa melalui proses digestion dan destilasi. Pengukuran dilakukan untuk 30 sampel yang konsentrasinya sama, yaitu 0,943 mg NH_3/l . Dari hasil analisa (dibaca dari spektro) akan diperoleh absorbansinya, dengan menggunakan kurva kalibrasi amoniak (gambar) dapat dibaca konsentrasi amoniak dari sampel.

C. AQC untuk P (phosphor)

Dari larutan standart phosphat 100 ppm (mg PO_4/l) yang diperoleh dengan cara melarutkan 0,1433 gr KH_2PO_4 dalam

aquadest hingga volume 1 liter. Diambil 100 ml dan diencerkan 10 kali akan diperoleh larutan dengan konsentrasi 10 mg PO_4/l . Larutan ini dianalisa konsentrasi phosphornya dengan metoda amino acid. Pengukuran dilakukan untuk 31 sampel yang konsentrasinya sama yaitu 10 mg PO_4/l . Dari hasil analisa akan diperoleh konsentrasi mg PO_4/l . untuk menghitung berapa konsentrasi phosphornya (mg P/l) dapat digunakan rumus 3 - 3.

III.4. Metoda optimasi

Seperti telah disebutkan diatas bahwa optimasi pembebanan terhadap biorotor dilakukan dengan tinjauan agar effluent biorotor tidak melebihi standart effluent yang telah ditetapkan. Dengan menggunakan data yang diperoleh dari WWII dapat dibuat grafik beban COD biorotor vs konsentrasi COD effluent, standart effluent untuk COD adalah 100 mg/l (seperti yang terlampir), nilai tersebut diplotkan pada grafik diatas. Sehingga didapat beban untuk biorotor agar effluent yang dihasilkan sesuai dengan standart. Rumus yang bisa dipakai untuk menghitung beban adalah : ⁽¹⁾

$$\text{Beban (Kg/hari)} = \frac{\text{Konsentrasi (mg/l)} \times \text{Debit (l/hari)}}{10^6} \quad \dots (3-4)$$

Dari beban untuk biorotor tersebut dapat dihitung beban yang optimal untuk air limbah dari masing-masing unit dengan

menggunakan rumus : 11)

$$C = \frac{Q_1 \cdot C_1 + Q_2 \cdot C_2 + \dots + Q_n \cdot C_n}{Q} \dots\dots\dots (3-5)$$

Dimana : C = konsentrasi campuran berarti disini konsentrasi air limbah yang akan masuk biorotor (mg/l)

Q = debit air disini berarti debit air limbah yang akan masuk ke biorotor (m³/hari)

C₁, C₂ , C_n = adalah konsentrasi limbah dari masing-masing unit (mg/l)

Q₁, Q₂ , Q_n = adalah debit air limbah dari masing-masing unit (m³/hari)

BAB IV

KOMPILASI DATA

IV.1. Kalibrasi

IV.1.1. Kalibrasi COD

A. Dengan metoda Titrimetric untuk micro digestion

Sampel yang dipakai adalah larutan standart Kalium hydrogen phthalat, jumlah sampel 5 buah dengan konsentrasi masing-masing sampel tidak sama. Analisa COD terhadap sampel dilakukan dengan menggunakan metoda Titrimetric untuk micro digestion.

Data-data yang diperoleh dari analisa tersebut adalah :

Tabel IV.1. Data titrasi dengan FAS
untuk kalibrasi COD

Konsentrasi larutan standart (mg O_2 /l)	ml FAS (0,0495 N)
250	5,2
150	11,3
100	13,7
50	16,1
25	17,3

Volume sampel = 20 ml.

Volume larutan Fas yang diperlukan untuk blanko = 18,5 ml.

B. Dengan metoda Colorimetric untuk micro digestion

Sampel yang dipakai adalah larutan standart

Kalium hydrogen phthalat, jumlah sampel yang digunakan 5 buah dengan konsentrasi masing-masing sampel tidak sama. Analisa COD terhadap sampel ini dilakukan dengan metoda Colorimetric untuk micro digestion, jadi menggunakan alat Spektrofotometer.

Data-data yang diperoleh dari analisa tersebut adalah :

Tabel IV.2.A Data konsentrasi COD
dari hasil bacaan spektrofotometer.

Konsentrasi larutan standart (mg O_2 /l)	Hasil bacaan Spektrofotometer (mg O_2 /l)
500	440
250	225
100	95
50	50
25	25

Volume sampel = 2 ml

IV.1.2. Kalibrasi TKN

A. Metoda mikro kjeldahl ⁽¹⁾

Sampel yang dipakai adalah larutan standart NH_4Cl , jumlah sampel 4 buah dengan konsentrasi masing-masing sampel tidak sama. Analisa TKN terhadap sampel-sampel tersebut dilakukan dengan menggunakan metoda Mikro Kjeldahl. Setelah proses digestin dan destilasi selesai, larutan asam borat yang telah mengikat amoniak yang dilepaskan pada proses destilasi diencerkan hingga 40 kali . Tujuan dari pengenceran ini, supaya warna larutan setelah pemberian Nessler dapat terbaca pada alat spektrofotometer.

Data-data yang diperoleh dari analisa tersebut adalah:

Tabel IV.3. Data absorbanasi untuk kalibrasi TKN

Konsentrasi larutan standart*		Konsentrasi [@]	Absorbanasi
(mg NH_3 -N/l)	(mg NH_3 /l)	(mg NH_3 /l)	
77,6	94,25	2,356	0.368
62,08	75,4	1.885	0.288
46,56	56,55	1,414	0.200
31,04	37,7	0.943	0.125

Keterangan :

* = Konsentrasi larutan standart yang dipakai sebelum proses digestion dan destilasi.

@ = Konsentrasi larutan asam borat yang telah mengikat amoniak sesudah proses destilasi, dan diencerkan 40 kali
Volume sampel = 50 ml.

B. Metoda dari Hach Company ⁽⁴⁾

Sampel yang dipakai adalah larutan standart NH_4Cl . jumlah sampel yang digunakan 5 buah dan konsentrasi masing-masing larutan tidak sama. Analisa TKN terhadap sampel-sampel tersebut dilakukan dengan menggunakan metoda dari Hach Company.

Data-data yang diperoleh dari analisa tersebut adalah:

Tabel IV.4. Data konsentrasi TKN

dari bacaan spektrofotometer

Konsentrasi larutan standart (mg NH_3 -N/l)	Hasil bacaan Spektrofotometer (mg NH_3 -N/l)
77,6	40
58,2	33
38,8	19
19,4	9,5
7,76	4,5

Volume sampel = 25 ml

IV.3. Kalibrasi Nitrogen - Amoniak

Sampel yang dipakai adalah larutan standart NH_4Cl , jumlah sampel 5 buah dengan konsentrasi masing-masing sampel tidak sama. Analisa Nitrogen-Amoniak terhadap sampel tersebut dilakukan dengan metoda Nessler, tanpa melalui digestion dan destilasi.

Data-data yang diperoleh dari analisa tersebut adalah :

Tabel IV.5. Data absorbansi

untuk kalibrasi Nitrogen-Amoniak

Konsentrasi larutan standart (mg NH_3 /l)	Absorbansi
2,5	0,332
2,0	0,270
1,5	0,198
1,0	0,130
0,5	0,060

Volume sampel 25 ml

IV.2. AQC (Analytical Quality Control)

IV.2.1. AQC untuk COD

Sampel yang dipakai adalah larutan standart Kalium hydrogen phthalat, jumlah sampel 30 buah, konsentrasi larutan standart = 100 mg Oz/l. AQC dilakukan dengan menggunakan metoda analisa titrimetric untuk micro digestion.

Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Volume sampel = 20 ml
- No sampel 1 s/d 10 : Volume FAS untuk blanko = 19,9 ml
 $N_{FAS} = 0,0476 N$
- Nomor sampel 11 s/d 30 : Volume FAS untuk blanko = 20,2 ml
 $N_{FAS} = 0,0474 N$

Tabel IV.6. Data titrasi dengan FAS

Nomor sampel	ml FAS	Nomor sampel	ml FAS
1	14,75	16	14,85
2	14,7	17	15
3	14,75	18	14,95
4	14,75	19	14,85
5	14,85	20	14,95
6	14,6	21	15
7	14,9	22	14,85
8	14,5	23	14,9
9	14,9	24	14,74
10	14,9	25	14,9
11	15	26	14,95
12	14,85	27	14,95
13	14,9	28	14,95
14	14,8	29	15
15	14,9	30	14,85

IV.2.2. AQC untuk TKN

Sampel yang dipakai adalah larutan standart NH_4Cl , jumlah sampel yang digunakan 30 buah, Konsentrasi larutan standart = 1 mg NH_3/l . Analytical Quality Control dilakukan dengan menggunakan analisa Nitrogen Amoniak metoda nessler, tanpa melalui proses digestion dan destilasi.

Data-data yang diperoleh dari analisa tersebut adalah :

Tabel IV.7. Data absorbansi
untuk AQC dengan metoda Nessler

Nomor sampel	Absorbansi	Nomor sampel	Absorbansi
1	0,130	16	0,123
2	0,130	17	0,125
3	0,130	18	0,123
4	0,128	19	0,128
5	0,128	20	0,138
6	0,143	21	0,138
7	0,130	22	0,135
8	0,125	23	0,143
9	0,132	24	0,130
10	0,125	25	0,128
11	0,125	26	0,130
12	0,125	27	0,135
13	0,118	28	0,130
14	0,130	29	0,118
15	0,125	30	0,125

Volume sampel = 25 ml

IV.2.3. AQC untuk P.

Sampel yang dipakai adalah larutan standart phosphat, jumlah sampel 30 buah, konsentrasi larutan standart 10 mg PO_4/l . AQC dilakukan dengan menggunakan metoda analisa amino acid.

Data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- Volume sampel = 25 ml

Tabel IV.8. Data titrasi dengan FAS

Nomor sampel	PO_4	Nomor sampel	PO_4
1	10,89	16	9,80
2	10,59	17	10,20
3	10,11	18	9,81
4	10,41	19	10,11
5	10,59	20	9,81
6	10,20	21	10,80
7	10,11	22	10,11
8	10,20	23	10,41
9	10,41	24	10,20
10	10,29	25	10,50
11	10,29	26	10,50
12	9,81	27	10,20
13	10,11	28	9,81
14	9,51	29	9,51
15	9,39	30	9,39
		31	10,59

Volume sampel = 25 ml

IV.3. Sampel pada tiap unit kegiatan di PT MBI

I. Data dari unit pembotolan

Tabel IV.8A Data analisa untuk sampel pada hari Senin

Parameter	Washer		Pasteurizer		selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
Ph	18,85	11	8,75	8,4	10,5	10,75
PO ₄	19,50	24	10	14	15	18,75
TKN	12	12,5	3,5	5	9,8	8,5
COD	520	650	475	600	500	590

Tabel IV.9. Data analisa untuk sampel pada hari Selasa

Parameter	Washer		Pasteurizer		selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
Ph	11,94	11,45	9,35	8,9	11,78	11,25
PO ₄	27,8	25,7	15,5	16,6	27,5	30
TKN	9	18	5	5	7	12,5
COD	600	850	630	500	675	700

Tabel IV.10. Data analisa untuk sampel pada hari Rabu

Parameter	Washer		Pasteurizer		selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
Ph	11,5	11,23	7,55	7,67	11	11.02
PO ₄	21	23	9,5	12,3	14	18
TKN	15,6	13,65	9,75	11,7	11,7	14,63
COD	950	759,4	843,8	697,5	675	900

Tabel IV.11. Data analisa untuk sampel pada hari Kamis

Parameter	Washer		Pasteurizer		selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
Ph	10,75	10	7,65	7,7	10,5	10
PO ₄	20	25	11	11,5	10,5	19,5
TKN	16	5	4	4	5,2	3
COD	1550	700	900	800	1750	825

Tabel IV.12. Data analisa untuk sampel pada hari jum'at

Parameter	Washer		Pasteurizer		selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
Ph	11,05	11,3	8,81	9,6	11	11,65
PO ₄	17,5	16	14	17	16,5	18
TKN	10,8	7,5	1,8	4,5	7	6,5
COD	700	890	680	700	750	925

II. Data dari unit Pemasakan (Brewing)

1. Mash tun :

Parameter	Konsentrasi
Ph	11,5
PO ₄	20
TKN	4
COD	250

2. Mash Cooper :

Parameter	Konsentrasi
Ph	12,48
PO ₄	29
TKN	2
COD	150

3. Lauther tun

Tabel IV.13. Data analisa untuk sampel dari lauter tun

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	6,65	6,23	7,95	7	6,75	8,2
PO ₄	63	24	10	14	15	18,75
TKN	12	12,5	3,5	5	9,8	8,5
COD	520	650	475	600	500	590

4. Wort Cooper

Tabel IV.14. Data analisa untuk sampel dari wort cooper

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	11,52	11,39	11	12,30	12,68	7,85
PO ₄	20	16	15	18,5	24	36
TKN	20	9	10	49	36	12,5
COD	4000	562,5	1000	825	8000	6000

5. Whirpool

Tabel IV.15. Data analisa untuk sampel dari whirpool

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	8,5	10,21	10,2	7,04	8	9,79
PO ₄	30	25	20	18	15,5	45
TKN	50	17,5	27	71	37	165
COD	4000	2500	1400	4750	1100	6000

III. Data dari unit Filtrasi

1. Data dari Kieselguhr Filter

Tabel IV.16. Data analisa untuk sampel
Kieselguhr filter

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	6,06	5,63	6,94	6,86	7	6,3
PO ₄	20,5	10,5	26,5	25	10	18,5
TKN	5,5	2,75	7	3,5	3,1	5
COD	1500	1000	2000	1275	800	1400

2. Data dari PVPP filter dan BBT

Data dari unit ini diambil hanya satu kali,
dengan pertimbangan :

- limbah yang dihasilkan sangat jernih
- diperkirakan konsentrasi limbah sangat rendah.

Data yang diperoleh dari PVPP filter :

Parameter	konsentrasi
Ph	5,89
PO ₄	12,80
TKN	0,50
COD	1,00

Data yang diperoleh dari BBT :

Parameter	konsentrasi
Ph	6,03
PO ₄	16,00
TKN	1,50
COD	2,00

IV. Data dari unit fermentasi

1. Tanki Fermentasi

Tabel IV.17. Data analisa untuk sampel
Tanki fermentasi

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	4	6,69	4,25	3,91	10,3	10,06
PO ₄	100,5	350	453,5	563,5	70	25,5
TKN	15,25	2	20,2	38,2	16,25	16,5
COD	435	1110	1620	1989	530	225

2. Yeast Press

Tabel IV.18. Data analisa untuk sampel
Yeast prees

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	7,05	7,22	7,5	7,25	7,89	8,18
PO ₄	38	37,5	40	28	30	47,5
TKN	76	44	78	22,2	22,5	25
COD	1800	1200	2000	950	1000	1040

3. Data yang diperoleh dari Yeast storage tank :

Parameter	konsentrasi
Ph	5,89
PO ₄	12,80
TKN	0,50
COD	1,00

V. Data dari unit Kantin

Tabel IV.19. Data analisa untuk sampel Kantin

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Ph	6,55	6,23	7,95	7	6,75	8,2
PO ₄	63	24	10	14	15	18,75
TKN	12	12,5	3,5	5	9,8	8,5
COD	520	650	475	600	500	590

Selain memeriksa parameter COD, TKN dan P, debit air limbah juga diperiksa. Karena dalam perhitungan beban besarnya debit air limbah juga diperlukan. Cara pengukuran debit adalah dengan menggunakan timba dan stop watch, timba diisi dengan air dari selang yang digunakan untuk mencuci tanki, waktu yang diperlukan untuk mengisi timba hingga penuh dicatat, waktu yang diperlukan untuk mencuci tanki dari awal hingga selesai juga dicatat. Selain itu banyaknya aktivitas serupa dalam satu hari perlu diperhatikan. Seperti yang tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel IV.20 Data pengamatan debit air limbah

	Unit	t menit	Q l/dt	banyaknya aktivitas	Vol m ³	Vol total m ³
P e m a s a k a n	Mash tun	30	1,6	1x seminggu	2,8	0,4
	Mash cooper	30	1,6	1x seminggu	2,8	0,4
	Wort cooper	10	1,6	5x sehari	0,96	4,8
	Lauter tun	15	1,6	5x sehari	1,44	7,2
	Whirpool	10	1,6	5x sehari	0,96	4,8
Fer men ta si	Tanki fermentasi			2x sehari	28,8	57,6
	Yeast press	60	1,6	2x sehari	5,8	11,6
	Yeast tank			1x sehari	10,0	10,0
Fil tr si	Filter kieselguhr			4x sehari	3,9	15,6
	Filter PVPP			4x sehari	3,9	15,6
	BBT			2x sehari	10,0	20,0
Pem bo tol an	Washer				108,0	108,0
	Pasteurizer				12,0	12,0
	Kantin + dll					32,8
Volume total						300,0

Keterangan :

Vol : Volume air limbah yang dihasilkan dalam satu kali kegiatan (debit x waktu)

Vol total : Volume air limbah yang dihasilkan dalam satu hari
(vol x banyaknya aktivitas dalam satu hari)

Volume bak equalisasi = 1.700 m^3

Debit air limbah yang masuk ke biorotor dalam satu hari = $216 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Dalam satu minggu jumlah hari produksi = 6 hari, hari minggu libur.

IV.4. Sampel pada Pretreatment

Tabel IV.21. Data analisa yang didapat dari sampel pada pretreatment

Parameter	Jam	Hari					
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
PH	08.00	6,10	5,45	5,59	5,25	6,40	7,00
	10.00	7,90	7,89	6,10	10,90	10,10	10,10
	12.00	10,80	10,75	10,20	10,30	5,90	9,50
	14.00	10,60	10,50	10,95	10,50	9,50	8,75
PO ₄	08.00	40,00	23,00	17,00	20,25	16,50	25,80
	10.00	34,00	34,00	19,00	24,00	35,00	29,00
	12.00	40,00	25,00	21,00	18,80	30,25	16,00
	14.00	35,00	18,00	24,60	30,50	24,60	22,00
TKN	08.00	6,30	7,00	26,50	30,00	35,50	15,60
	10.00	34,20	4,50	10,50	10,25	20,00	5,50
	12.00	23,50	10,00	11,50	12,00	21,00	10,80
	14.00	20,00	4,00	4,50	6,40	6,00	8,90
COD	08.00	1020	1950	1730	2300	2740	1100
	10.00	1060	950	1240	1800	1200	700
	12.00	900	780	750	1500	1100	1200
	14.00	800	890	680	1250	850	1000

IV. Data dari WWTP

Data dari WWTP ini diperoleh dari hasil pemeriksaan harian air limbah di PT MBI, pemeriksaan ini dilakukan oleh karyawan PT MBI, metoda dan peralatan yang dipakai sama dengan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu dari Hach. Parameter yang diperiksa adalah : COD, N, P dan pH. Data yang diambil dari WWTP adalah data selama 11 hari, seperti yang ada pada tabel dibawah ini :

Tabel IV.22. Data harian di WWTP

No	COD (mg/l)		TKN (mg/l)			P (mg/l)		
	in	eff	in		eff	in		eff
				+ urea			+ DAP	
1	1360	340	31,5	42,5	31,5	5,5	6,0	5,3
2	950	350	19,0	61,0	29,0	6,0	6,5	5,3
3	1050	275	21,0	42,0	26,0	5,7	6,3	6,3
4	1000	200	19,0	48,0	24,0	4,5	4,8	4,6
5	1200	200	23,0	47,0	36,0	4,6	4,8	4,6
6	1150	230	18,0	40,0	22,0	4,7	5,0	4,7
7	1250	425	21,0	39,0	13,0	6,8	7,0	5,5
8	1150	500	13,0	29,9	14,0	7,5	7,0	7,3
9	1200	350	18,0	37,0	21,0	17,2	18,0	17,2
10	1250	250	20,0	40,0	16,0	24,0	28,0	28,0
11	1150	250	16,1	34,0	11,0	20,0	21,0	22,0

Keterangan : in = influent biorotor
 eff = effluent biorotor

Tabel IV.23. Data BOD₅ ,COD dari WWTP
dan perbandingan BOD₅ : COD

in/eff biorotor	BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ : COD
in	370	1250	0,296
eff	210	425	0.494
in	320	1250	0,260
eff	180	250	0,720

BAB V

ANALISA DATA

V. Kalibrasi

V.1. Kalibrasi untuk COD

Tabel V.1. Hasil perhitungan konsentrasi COD
metoda titrimetrik.

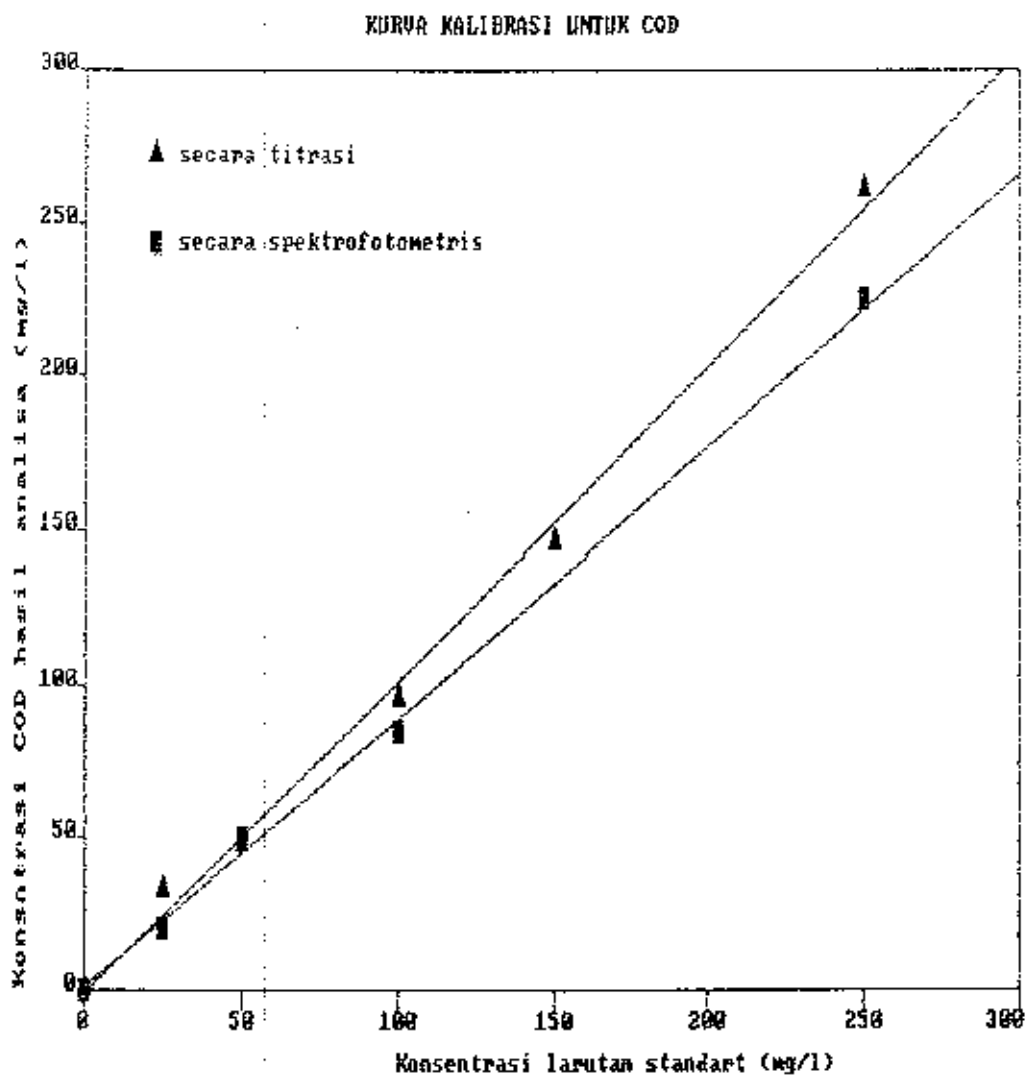
Konsentrasi larutan standart (mg O_2 /l)	hasil perhitungan (mg O_2 /l)
250	263,34
150	142,58
100	95,04
50	47,52
25	23,76

Hasil yang diperoleh dari analisa COD dengan metoda Colorimetric untuk micro digestion adalah langsung konsentrasi COD dalam mg O_2 /l (dari bacaan spektrofotometer) data tersebut adalah :

Tabel V.2. Konsentrasi COD dari bacaan spektrofotometer

Konsentrasi larutan standart (mg O_2 /l)	bacaan spektrofotometer (mg O_2 /l)
250	440
150	225
100	85
50	50
25	25

Dari hasil yang diperoleh dari kedua metoda analisa tersebut dapat dibuat suatu grafik konsentrasi larutan standart vs hasil analisa, seperti grafik dibawah ini (grafik ini dipakai untuk kalibrasi COD).



Gambar V.1. Grafik kalibrasi COD

* Garis a (metoda titrimetric) mempunyai persamaan garis :

$$Y_1 = X$$

* Garis b (metoda colorimetric) mempunyai persamaan garis :

$$Y_2 = 0,8889 X$$

dimana : Y_1 = hasil analisa dengan metoda titrimetric
(mg O_2 /l)

Y_2 = hasil analisa dengan metoda colorimetric
(mg O_2 /l)

X = Konsentrasi larutan standart.

Substitusi kedua persamaan garis tersebut adalah :

$$Y_2 = 0,8889 Y_1$$

$$\Leftrightarrow Y_1 = 1,125 Y_2$$

Berarti :

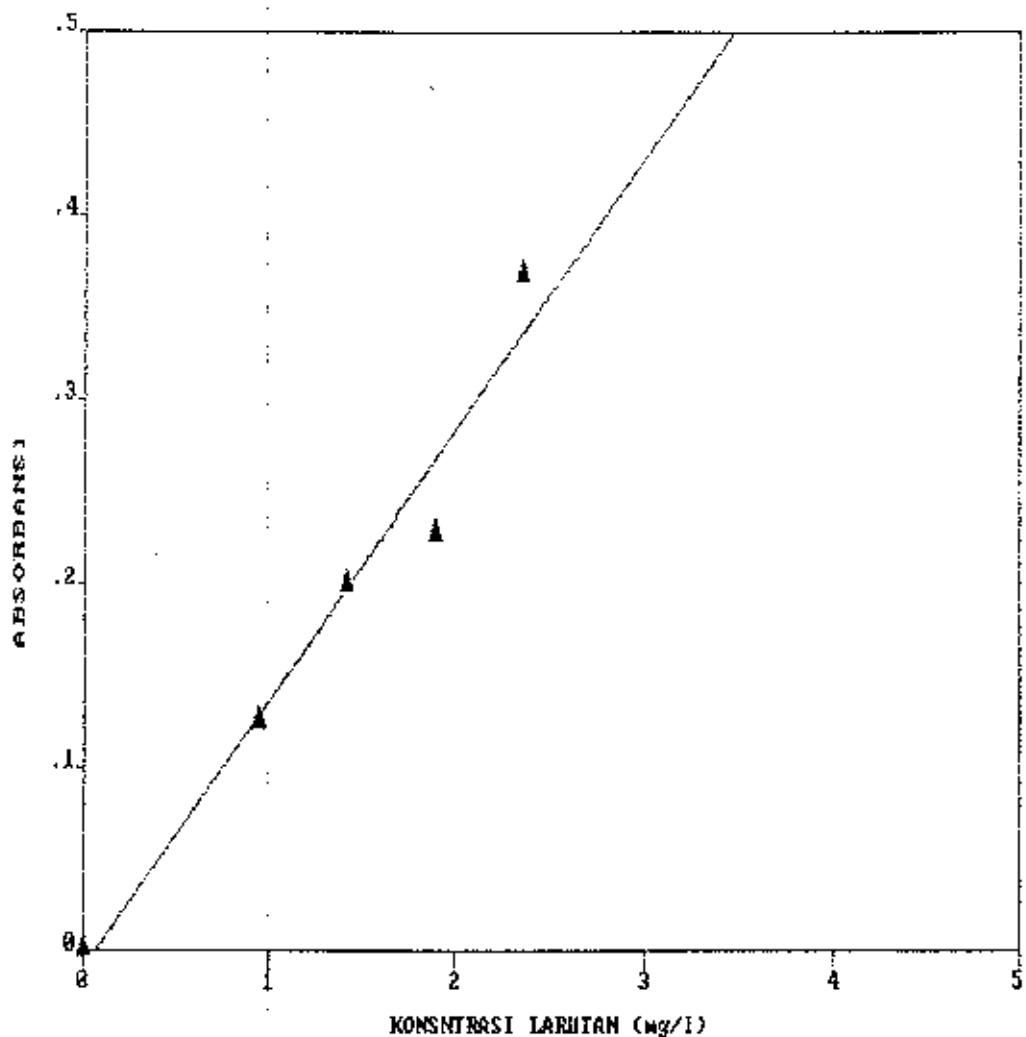
Hasil analisa COD dengan metoda titrimetric = 1,125 x hasil analisa dengan metoda colorimetric.

Dari persamaan garis a (metoda titrimetric) dapat disimpulkan bahwa konsentrasi yang didapat dari hasil analisa hampir mirip dengan konsentrasi larutan standart yang dipakai untuk analisa (persamaan garisnya $Y = X$). Sedang pada persamaan garis b terjadi penyimpangan. Untuk itu setiap hasil yang diperoleh dari analisa dengan metoda colorimetric perlu dikalibrasi dulu untuk mendapatkan hasil yang tepat. Perhitungan yang bisa dipakai untuk kalibrasi COD bila analisa dilakukan dengan metoda colorimetric adalah :

Nilai COD akhir = 1,125 x nilai COD dari hasil analisa dengan metoda colorimetric.

V.2. Kalibrasi untuk TKN

Dari tabel IV.3 dapat dibuat grafik absorbansi vs konsentrasi amoniak (setelah proses digestion dan destilasi), seperti dibawah ini



Gambar IV.2. Kurva kalibrasi untuk nitrogen amoniak setelah proses digestion dan destilasi

Dengan memasukkan kembali nilai absorbansi ke kurva diatas akan diperoleh nilai nitrogen amoniak yang baru, seperti yang tercantum dalam tabel dibawah ini.

Tabel V.3: Hasil perhitungan konsentrasi TKN
metoda Mikro Kjeldahl

Konsentrasi larutan standart (mg N/l)	Hasil perhitungan		
	mg NH_3 /l*	mg N/l* ¹	mg N/l* ²
77,6	2,39	1,97	78,8
62,08	1,94	1,59	63,6
46,56	1,42	1,18	47,2
31,04	0,99	0,82	32,8

Keterangan :

* : Hasil perhitungan konsentrasi Nitrogen amoniak saat diencerkan 40 kali.

*1 : Hasil perhitungan konsentrasi TKN saat diencerkan 40 kali.

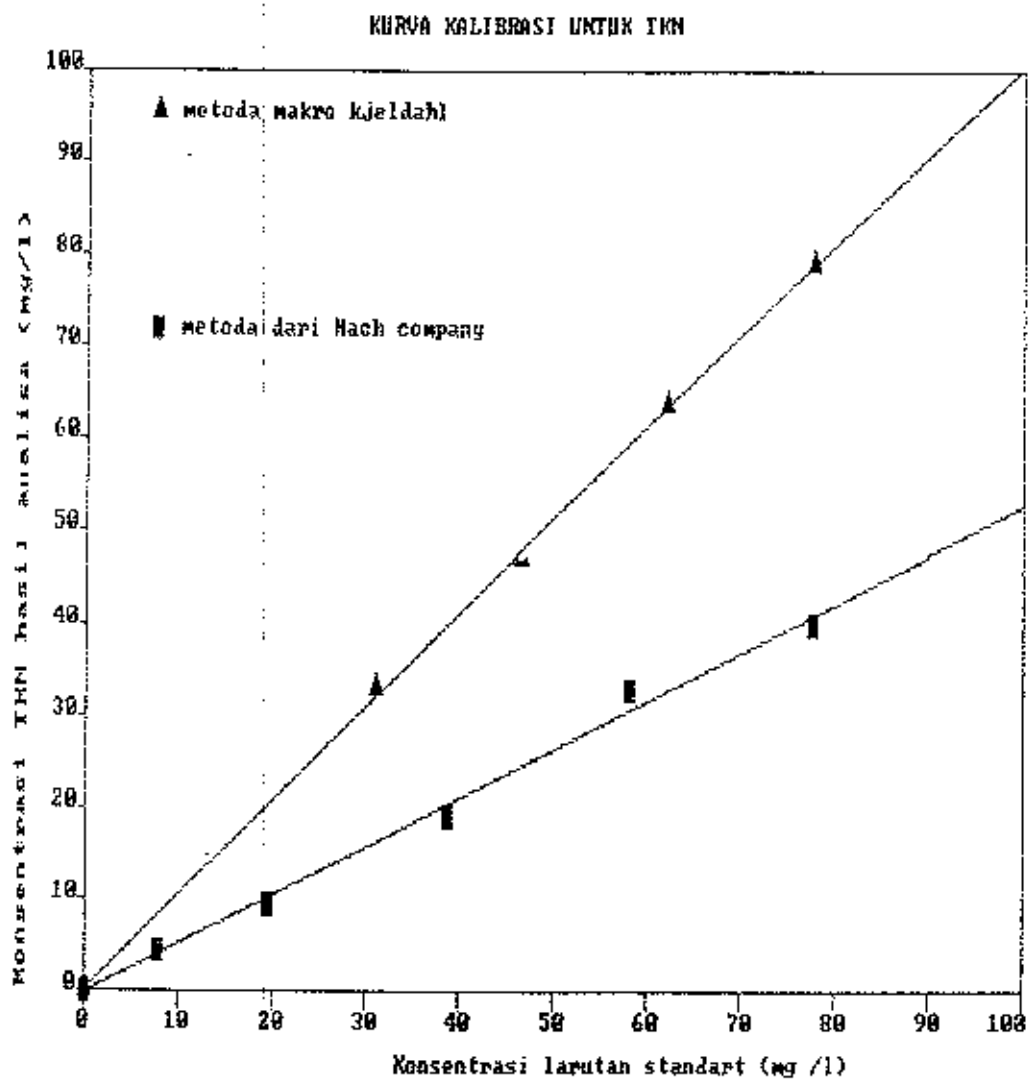
*2 : Hasil perhitungan konsentrasi TKN sesudah dikalikan 40.

Hasil yang diperoleh dari analisa TKN dengan metoda dari Hach company adalah langsung konsentrasi TKN (mg N /l) dipedapat dari bacaan spektrofotometer. Hasil analisa tersebut adalah :

Tabel V.4. Konsentrasi TKN dari bacaan spektrofotometer

Konsentrasi larutan standart (mg N /l)	bacaan spektrofotometer (mg N /l)
77,6	40
58,2	33
38,8	19
19,4	9,5
7,76	4,5

Dari hasil analisa yang diperoleh dengan kedua metoda tersebut dapat dibuat suatu grafik antara konsentrasi larutan standart vs hasil analisa, seperti grafik dibawah ini.



Gambar V.3. Grafik kalibrasi TKN

* Garis a (metoda makro kjeldahl) mempunyai persamaan garis :

$$Y_1 = X$$

* Garis b (metoda colorimetric) mempunyai persamaan garis :

$$Y_2 = 0,5128 X$$

dimana : Y_1 = hasil analisa dengan metoda makro kjeldahl
(mg N /l)

Y_2 = hasil analisa dengan metoda dari Hach company
(mg N /l)

X = Konsentrasi larutan standart.

Substitusi kedua persamaan garis tersebut adalah :

$$Y_2 = 0,5128 Y_1$$

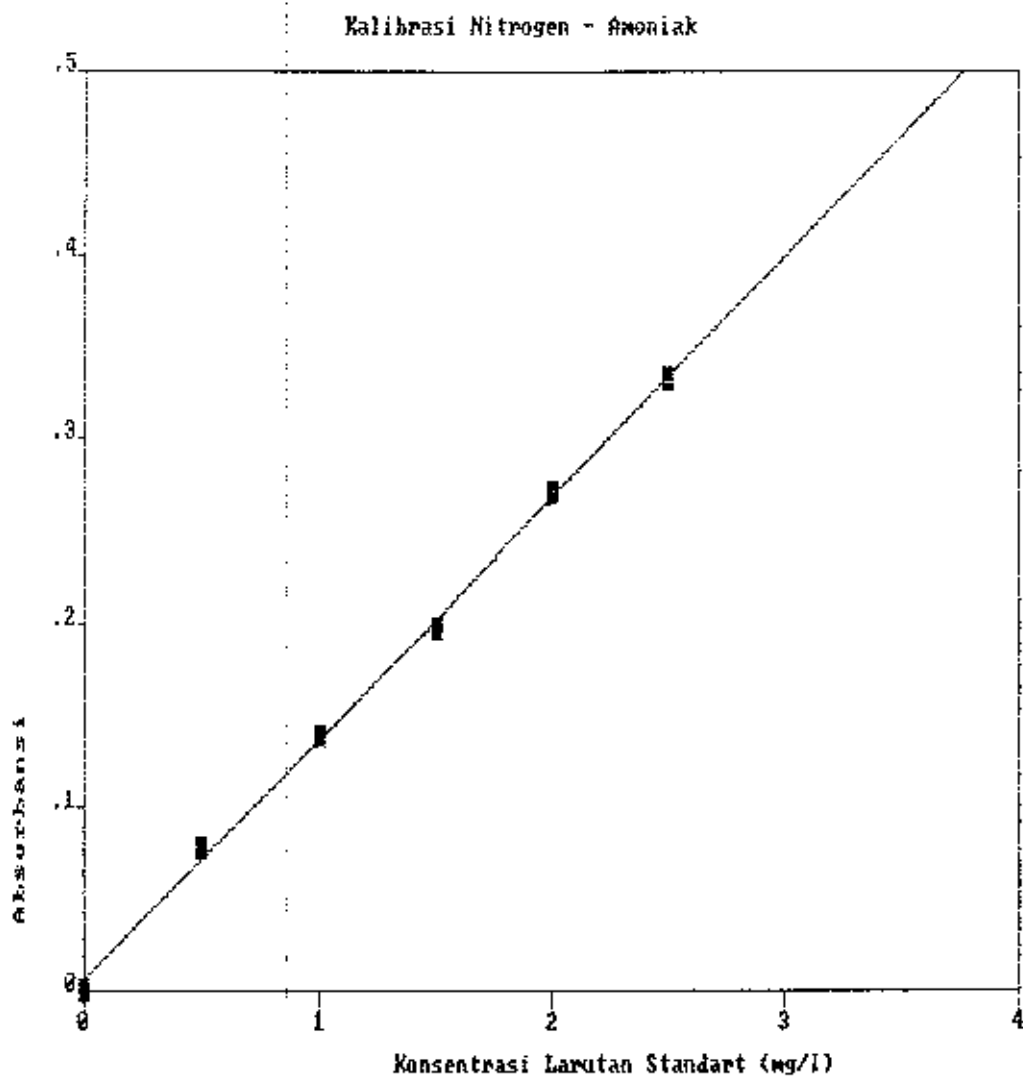
$$\Leftrightarrow Y_1 = 1,95 Y_2$$

Berarti : Hasil analisa TKN dengan metoda makro kjeldahl sama dengan 1,125 kali hasil analisa dengan metoda dari Hach.

Dari persamaan garis a (metoda makro kjeldahl) konsentrasi yang didapat dari hasil analisa hampir mirip dengan konsentrasi larutan standart yang dipakai untuk analisa (persamaan garisnya $Y = X$), jadi metoda ini baik untuk digunakan. Sedang pada persamaan garis b (metoda dari hach company) terjadi penyimpangan. Untuk itu setiap hasil yang diperoleh dari analisa dengan metoda dari Hach company perlu dilakibrasi dulu untuk mendapatkan hasil yang tepat. Perhitungan yang bisa dipakai untuk kalibrasi TKN bila analisa dilakukan dengan metoda dari Hach company adalah :
Nilai TKN akhir = 1,95 x nilai TKN dari hasil analisa dengan metoda dari Hach company.

V.1.3. Kalibrasi Nitrogen amoniak

Dengan menggunakan data yang diperoleh dari hasil analisa larutan standart amoniak, dapat dibuat grafik kalibrasi (konsentrasi larutan standart vs absorbansi) seperti dibawah ini :



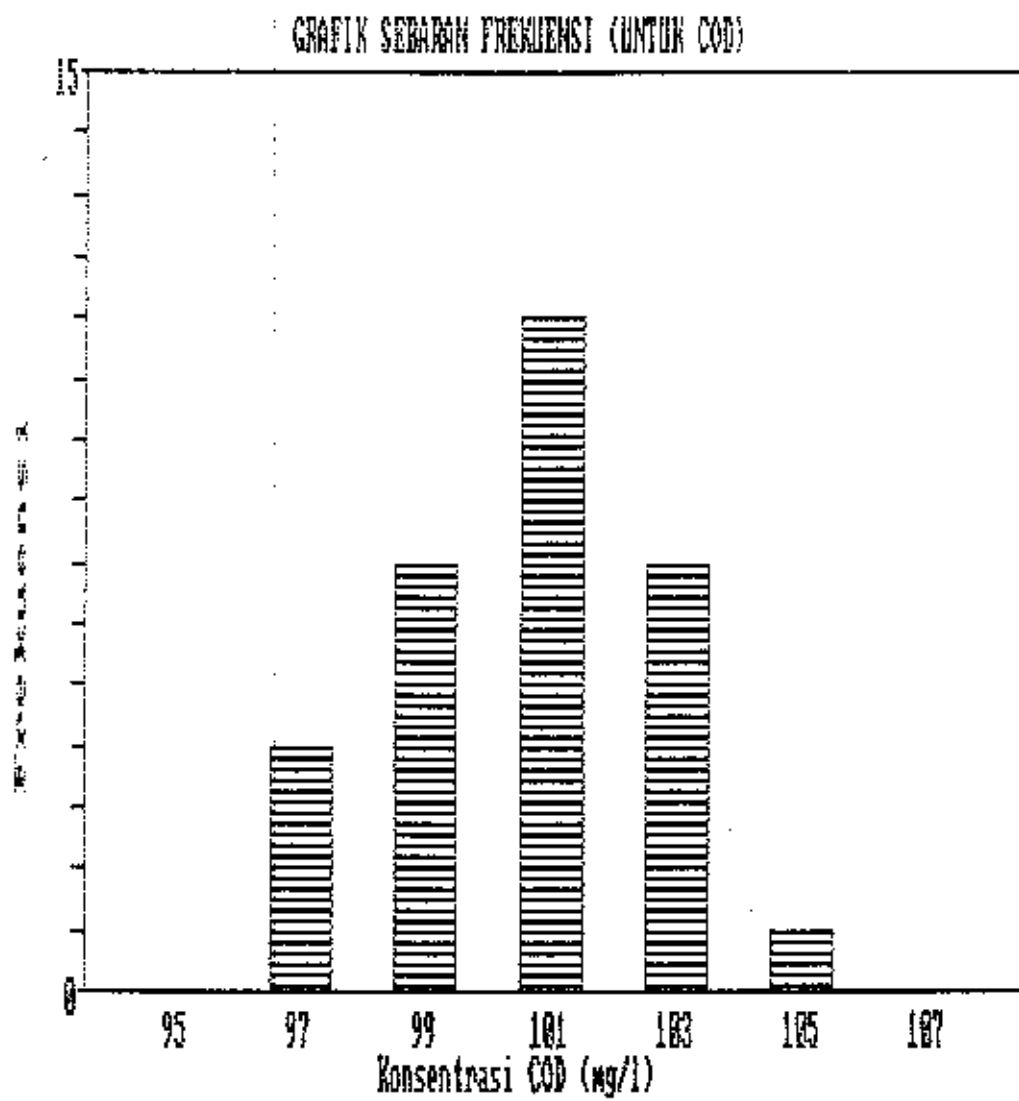
Gambar V.3. Grafik kalibrasi nitrogen amoniak.

V.2. AQC

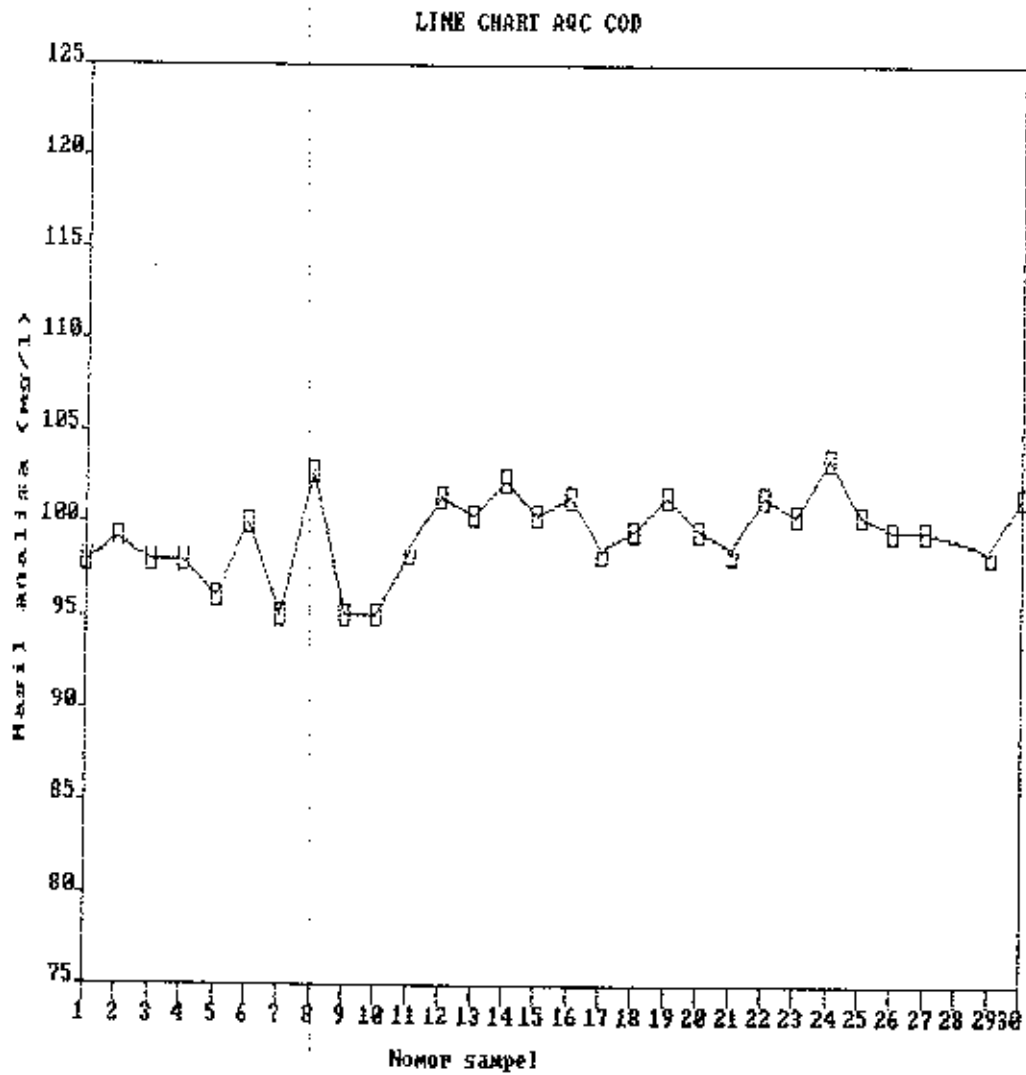
V.2.1. AQC untuk COD

Tabel V.5. Hasil perhitungan konsentrasi COD
(dari perumusan 3 - 2)

Nomor sampel	mg O ₂ /l	Nomor sampel	mg O ₂ /l
1	98,10	16	101,44
2	99,05	17	98,59
3	98,10	18	99,54
4	98,10	19	101,44
5	96,20	20	98,54
6	100,00	21	98,59
7	95,20	22	101,44
8	102,82	23	100,49
9	95,20	24	103,48
10	95,20	25	100,48
11	98,59	26	99,54
12	101,44	27	98,54
13	100,44	28	99,54
14	102,38	29	98,59
15	100,48	30	101,44



Grafik V.4. Histogram frekuensi untuk COD



Gambar V.5. Control chart untuk COD

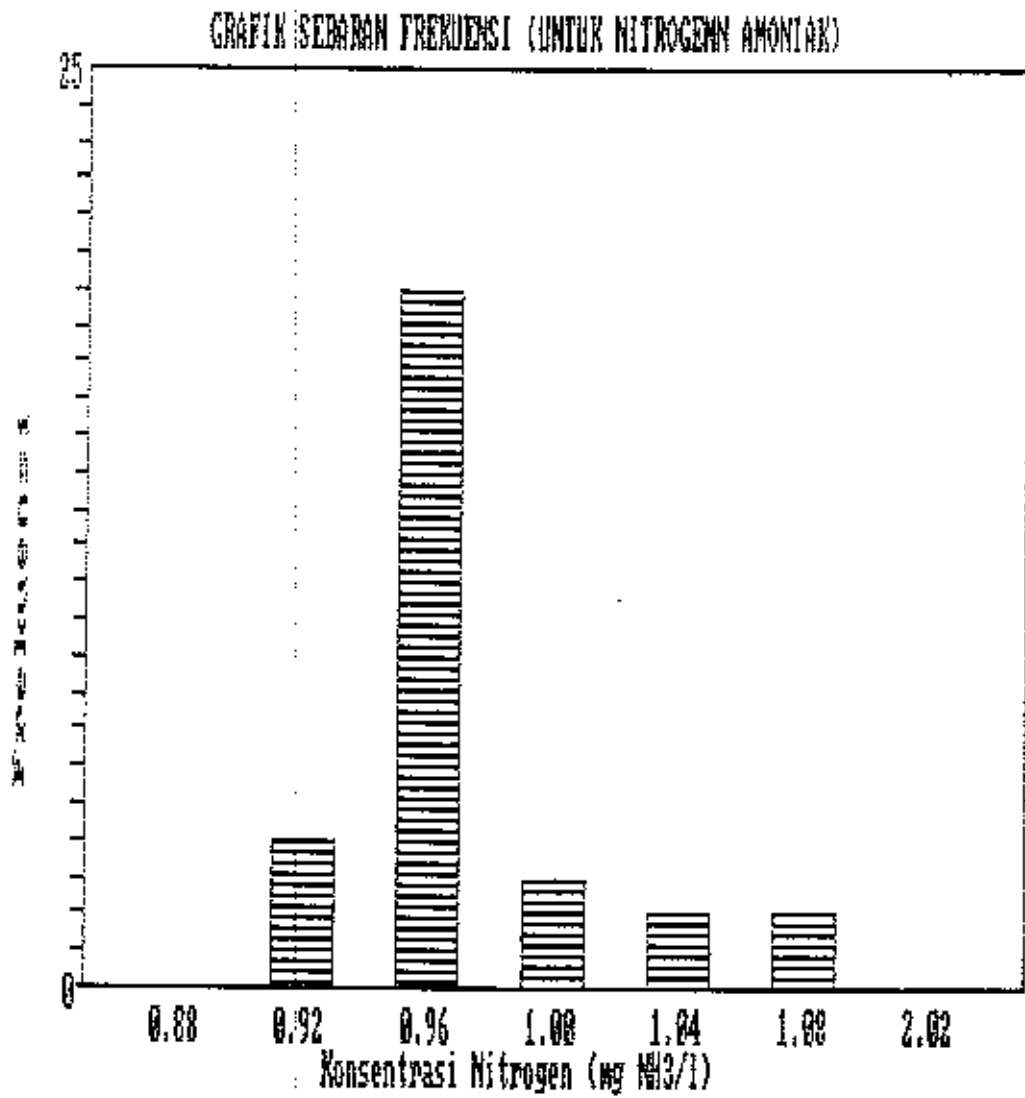
Dari tabel V.5. dapat dihitung nilai :

- Rata-rata (mean)	=	99,50	mg O_2/l
- Maksimum	=	103,48	mg O_2/l
- Minimum	=	95,20	mg O_2/l
- Modus	=	101,44	mg O_2/l
- Standart deviasi	=	2,111965	mg O_2/l
- Akurasi	=	mean - harga sesungguhnya	
	=	99,5 - 100	
	=	0,5	mg O_2/l

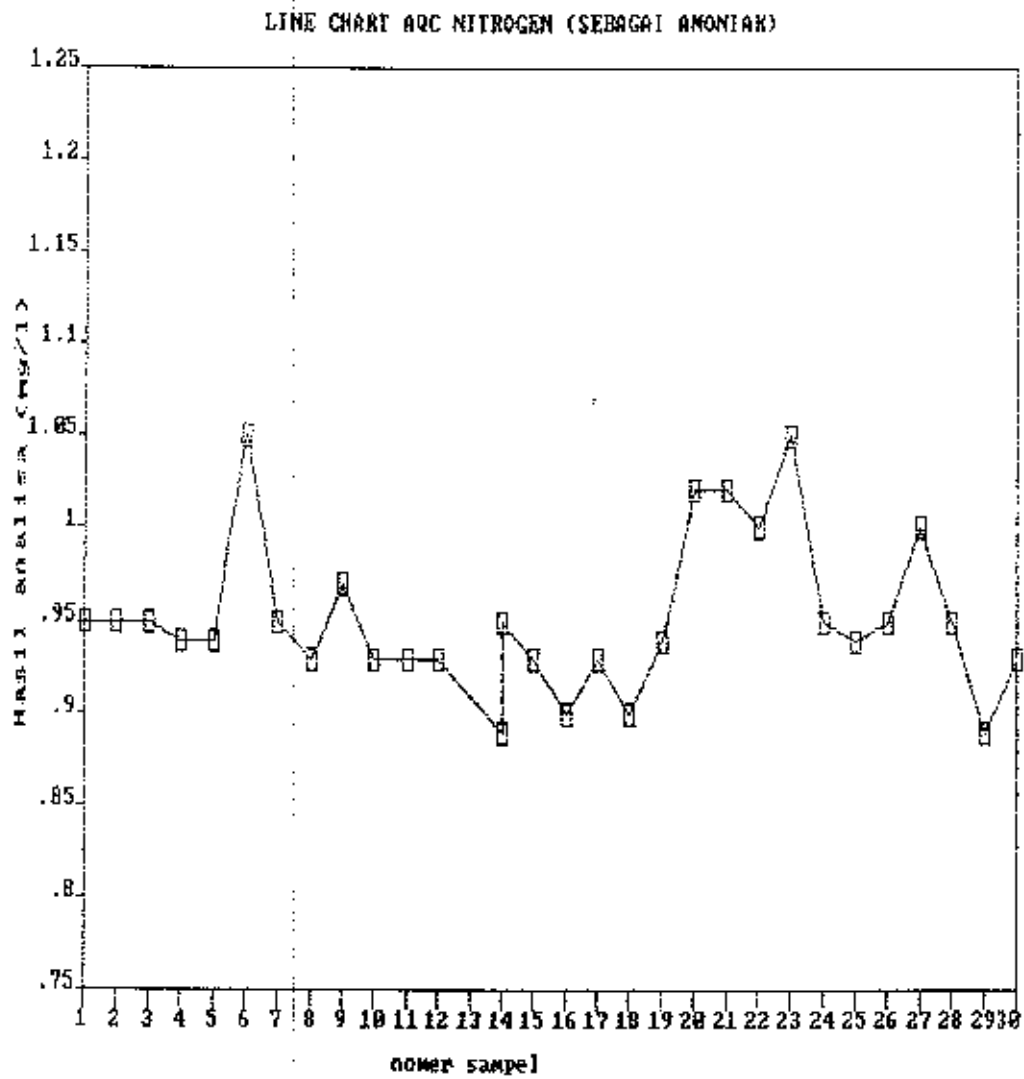
V.2.2. AQC untuk TKN

Tabel V.6. Hasil perhitungan konsentrasi nitrogen amoniak
(dengan memakai grafik V.3.)

Nomor sampel	mg NH_3 /l	Nomor sampel	mg NH_3 /l
1	0,95	16	0,90
2	0,95	17	0,93
3	0,95	18	0,90
4	0,94	19	0,84
5	0,94	20	1,02
6	1,05	21	1,02
7	0,95	22	1,00
8	0,93	23	1,05
9	0,97	24	0,95
10	0,93	25	0,94
11	0,93	26	0,95
12	0,93	27	1,00
13	0,89	28	0,95
14	0,95	29	0,89
15	0,93	30	0,93



Grafik V.6. Histogram frekuensi untuk Nitrogen amoniak



Gambar V.7. Control chart untuk Nitrogen amoniak

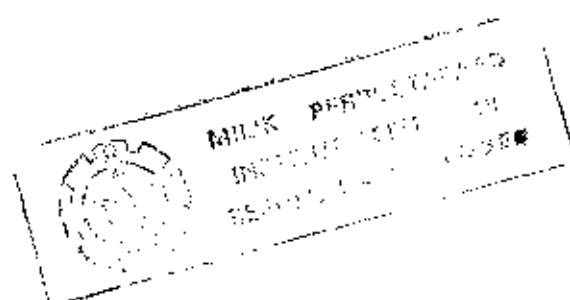
Dari tabel V.6. dapat dihitung nilai :

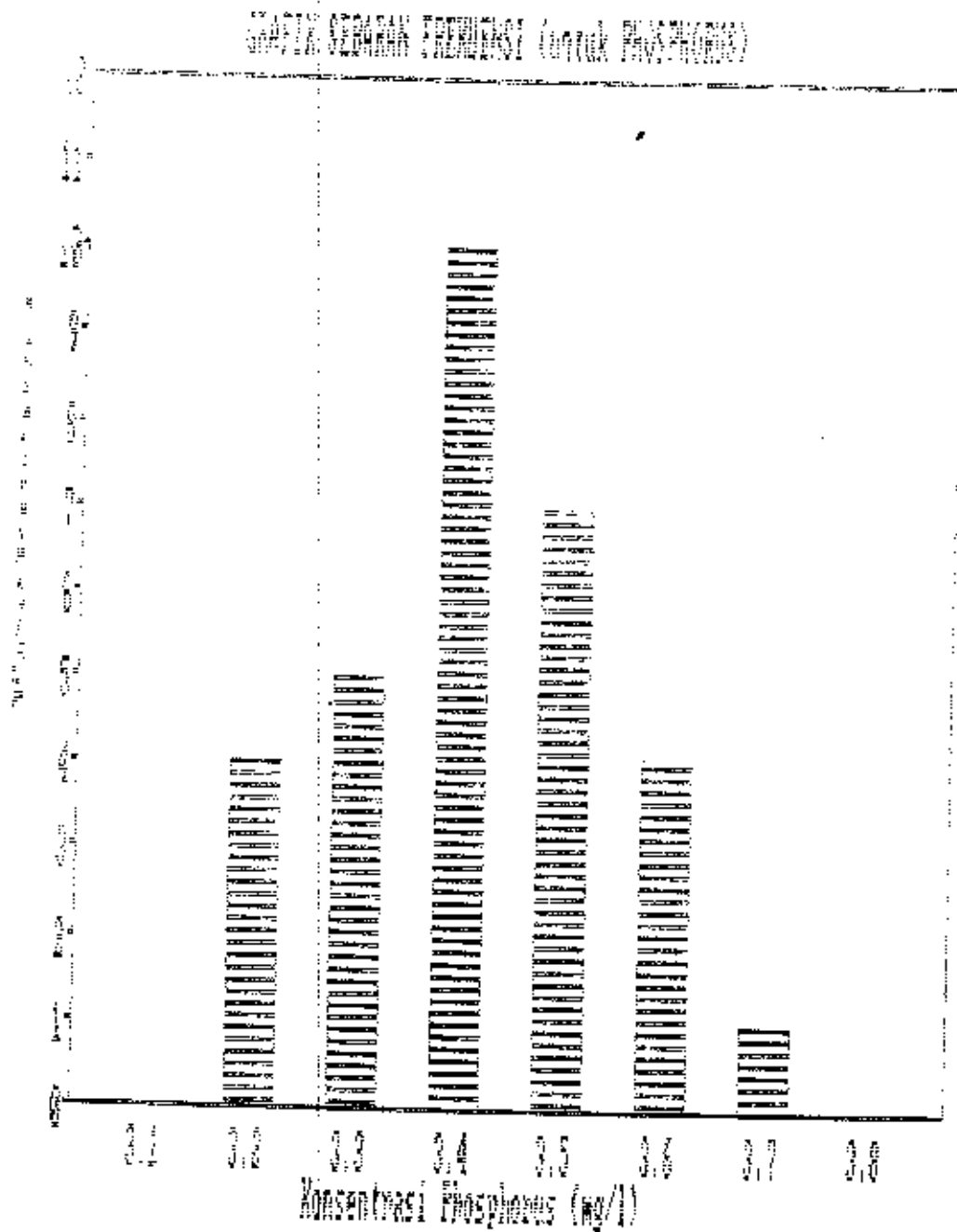
- Rata-rata (mean)	=	0,952	mg N ₂ /l
- Maksimum	=	1,050	mg NH ₃ /l
- Minimum	=	0,890	mg NH ₃ /l
- Modus	=	0,95	mg NH ₃ /l
- Standart deviasi	=	0,041020	mg NH ₃ /l
- Akurasi	= mean	-	harga sesungguhnya
	=	0,952	- 0,943
	=	0,009	mg NH ₃ /l

V.2.3. AQC untuk P

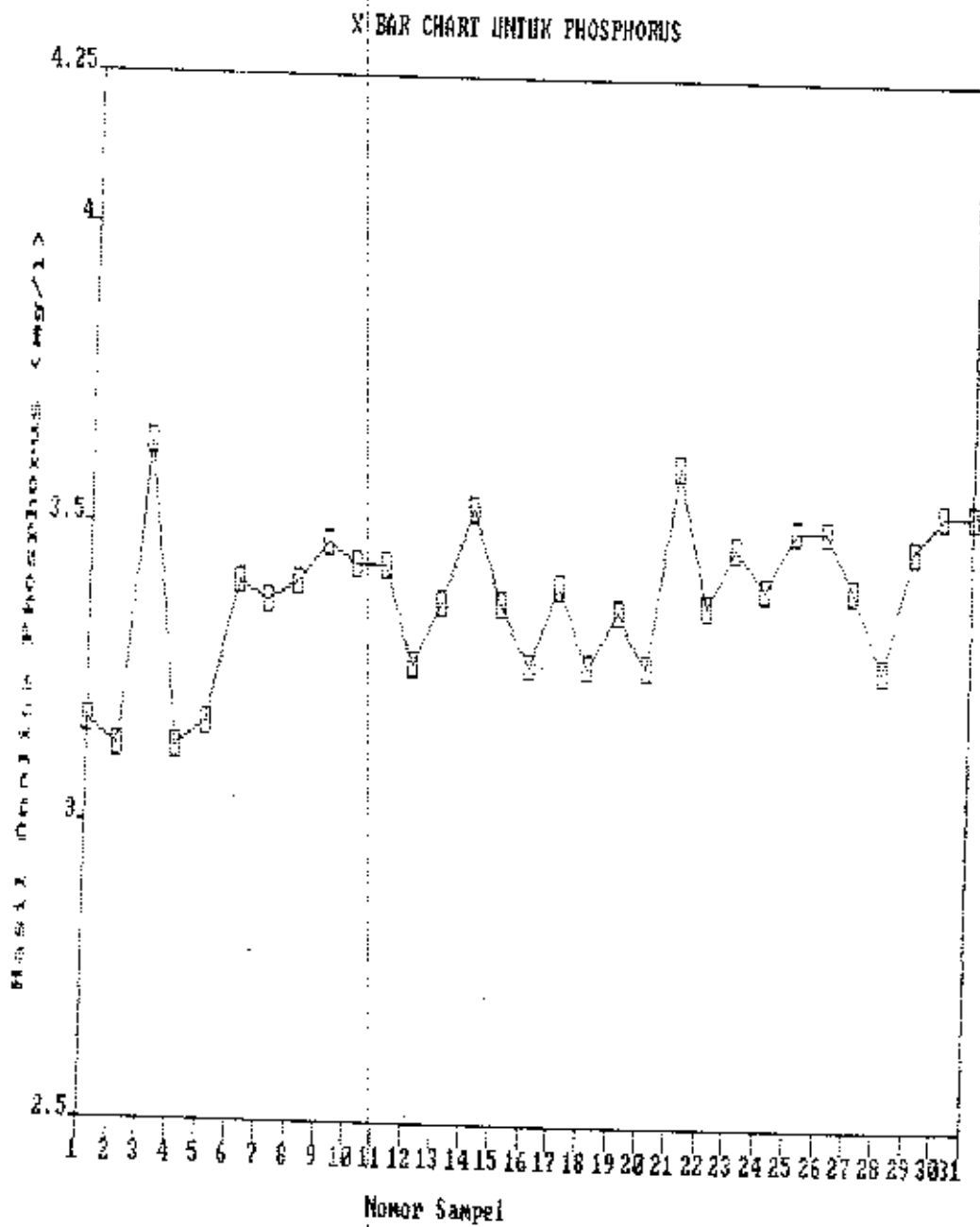
Tabel V.7. Hasil perhitungan konsentrasi P
(dari perumusan 3 - 3)

Nomor sampel	mg P /l	Nomor sampel	mg P /l
1	3,63	16	3,27
2	3,53	17	3,40
3	3,37	18	3,27
4	3,47	19	3,37
5	3,53	20	3,27
6	3,40	21	3,60
7	3,37	22	3,37
8	3,40	23	3,47
9	3,47	24	3,40
10	3,43	25	3,50
11	3,43	26	3,50
12	3,27	27	3,40
13	3,37	28	3,27
14	3,17	29	3,17
15	3,13	30	3,13
		31	3,53





Grafik V.8. Histogram frekuensi untuk P



Gambar V.9. Control chart untuk P

Dari tabel V.7. dapat dihitung nilai :

- Rata-rata (mean) = 3,383225 mg P₂/l
- Maksimum = 3,63 mg P /l
- Minimum = 3,13 mg P /l
- Modus = 3,40 mg P /l
- Standart deviasi = 0,128600 mg P /l
- Akurasi = mean - harga sesungguhnya
 = 3,383225 - 3,333333
 = 0,049892 mg P /l

V.3. Sampel pada tiap unit kegiatan di PT MBI

Dengan menggunakan tabel pada bab IV (untuk unit pemotolan sampai unit kantin), serta perumusan 3 - 3 dapat dihitung nilai P dari phosphat, serta dengan menggunakan persamaan 3-2 dan kalibrasi dapat dihitung nilai COD dan TKN.

A. Data dari unit pembotolan

Tabel V.8. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel pada hari Senin

Parameter	Washer		Pasteurizer		Selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
pH	11,8	11,0	8,75	8,4	10,5	10,75
P	6,5	8,0	3,3	4,67	5,0	6,25
TKN	23,4	24,38	6,83	9,75	19,11	16,58
COD	585	731,25	534,38	675	562,5	663,75

Tabel V.9. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel pada hari Selasa

Parameter	Washer		Pasteurizer		Selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
pH	11,94	11,45	9,35	8,9	11,78	11,25
P	9,27	8,57	5,17	5,53	9,17	10,00
TKN	17,55	35,10	9,75	9,75	13,65	24,38
COD	675	956,25	708,25	562,5	759,38	787,5

Tabel V.10. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel pada hari Rabu

Parameter	Washer		Pasteurizer		Selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
pH	11,5	11,23	7,5	7,67	11,0	11,02
P	7,0	7,67	3,17	4,17	4,67	6,0
TKN	15,6	13,65	9,75	11,7	11,7	14,63
COD	1.068,8	759,38	843,75	697,5	675,0	900,0

Tabel V.11. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel pada hari Kamis

Parameter	Washer		Pasteurizer		Selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
pH	10,75	10,0	7,65	7,7	10,5	10,0
P	6,67	8,33	3,67	3,83	3,5	6,5
TKN	31,2	9,75	7,8	7,8	10,14	5,85
COD	1.743,8	787,5	1.012,5	900	1.968,8	928,13

Tabel IV.12. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel pada hari Jumat

Parameter	Washer		Pasteurizer		Selokan	
	09.00	13.00	09.00	13.00	09.00	13.00
pH	11,05	11,3	8,81	9,6	11,0	11,6
P	5,83	5,33	4,67	5,67	5,5	6,0
TKN	21,06	14,63	3,51	8,78	13,65	12,68
COD	787,5	1.001,3	765,0	765,0	843,75	1.040,7

B. Data dari unit Pemasakan (Brewing)

1. Mash tun (diambil pada hari Sabtu)

Parameter	Konsentrasi
pH	11,5
P	6,67
TKN	7,8
COD	281,25

2. Mash Cooper (diambil pada hari Sabtu)

Parameter	Konsentrasi
pH	12,48
P	9,67
TKN	3,9
COD	168,75

Tabel V.13. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari lauter tun

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
pH	6,5	6,23	7,95	7,00	6,75	8,2
P	21,0	25,0	26,67	21,33	17,0	18,67
TKN	156	197,93	195	185,25	965,25	230,1
COD	13.275	15.188	15.750	15.047	12.600	11.250

Tabel V.14. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari Wort cooper

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Ph	11,52	11,39	11,00	12,30	12,68	7,85
P	6,67	5,33	5,0	6,17	8,0	12,0
TKN	39,0	17,55	19,5	95,55	70,2	24,38
COD	4.500	632,81	1.125	928,13	9.000	6.750

Tabel V.15. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari Whirpool

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Ph	8,5	10,21	10,20	7,04	8,0	9,79
P	10,0	8,33	6,67	6,0	5,17	15,0
TKN	97,5	34,13	52,65	138,45	72,15	321,75
COD	4.500	2.812,5	1.575	5.343,8	1.237,5	6.750

C. Data dari unit Filtrasi

Tabel V.16. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari filter kieselguhr

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Ph	6,08	5,63	6,84	6,86	7,00	6,3
P	6,83	3,50	5,5	8,33	3,33	6,17
TKN	10,73	5,36	13,65	6,83	6,05	9,75
COD	1.687,5	1.125	2.250	1.434,4	900	1.575

Hasil perhitungan dan kalibrasi untuk sampel dari filter PVPP, adalah sebagai berikut :

Parameter	Konsentrasi
pH	5,89
P	4,27
TKN	0,975
COD	1,125

D. Data dari unit Fermentasi

Tabel V.17. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari tanki fermentasi

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Ph	4,00	6,69	4,25	3,91	10,30	10,06
P	33,5	116,7	145,17	187,57	23,3	8,5
TKN	29,74	3,9	39,39	74,49	31,69	32,18
COD	489,38	1.248,8	1.822,5	2.237,6	596,25	253,13

Tabel V.18. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari yeast press

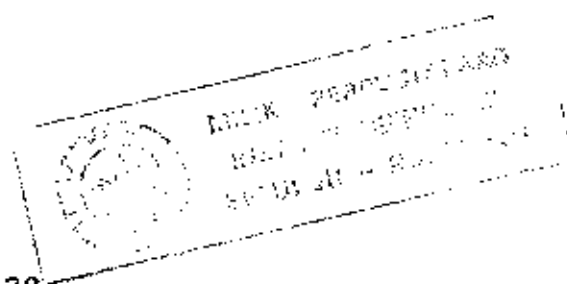
Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Ph	7,05	7,22	7,50	7,25	7,89	8,18
P	12,67	12,5	13,3	9,3	10,0	15,83
TKN	148,2	85,8	152,1	43,29	43,88	48,75
COD	2.025	1.350	2.250	1.068,8	1.125	1.170

E. Data dari unit KantinTabel V.19. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel dari kantin

Parameter	Hari					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
Ph	7,10	6,06	6,94	6,9	6,3	
P	5,5	5,83	5,83	5,0	4,83	
TKN	15,8	14,43	11,7	5,85	8,78	
COD	1.350	1.490,6	855	1.518,8	1.192,5	

V.5. Sampel pada Pretreatment

Dengan menggunakan data dari pretreatment dan perumusan 3-3 konsentrasi P dapat dihitung, serta dengan menggunakan rumus 3-2 dan kalibrasi konsentrasi COD dan TKN dapat diperoleh.



Tabel V.20. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk sampel pada pretreatment

Parameter	Jam	Hari					
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
PH	08.00	6,10	5,45	5,59	5,25	6,40	7,00
	10.00	7,90	7,89	6,10	10,90	10,10	10,10
	12.00	10,80	10,75	10,20	10,30	5,90	9,50
	14.00	10,60	10,50	10,95	10,50	9,50	8,75
P	08.00	13,30	7,70	5,70	6,75	5,50	8,60
	10.00	11,30	11,30	6,30	8,00	11,70	9,70
	12.00	13,30	8,30	7,00	6,27	10,08	6,30
	14.00	11,70	6,00	6,20	10,17	8,20	7,30
TKN	08.00	12,29	13,65	51,68	58,50	69,23	30,42
	10.00	66,69	8,78	20,48	19,99	39,00	10,73
	12.00	45,83	19,50	22,43	23,40	40,95	21,06
	14.00	38,00	7,80	8,78	12,48	11,70	17,36
COD	08.00	1147,50	2193,75	1946,25	2587,50	3093,75	1237,50
	10.00	1192,50	1068,75	1395,00	2025,00	1350,00	787,50
	12.00	2205,00	877,50	843,75	1687,50	1237,50	1350,00
	14.00	900,00	1001,25	765,00	1406,25	956,25	1125,00

V.5. Data dari WWTP

Dengan menggunakan data yang diperoleh dari WWTP dan perumusan 3-3, konsentrasi P dapat dihitung, serta dengan menggunakan rumus 3-2 dan kalibrasi konsentrasi COD dan TKN dapat diperoleh:

Tabel V.21. Hasil perhitungan dan kalibrasi
untuk data dari WWTP

No	COD (mg/l)		TKN (mg/l)			P (mg/l)		
	in	eff	in		eff	in		eff
				+ urea			+ DAF	
1	1.530,0	382,5	61,4	82,9	61,4	5,5	6,0	5,3
2	1.068,8	393,8	37,1	119,0	56,6	6,0	6,5	5,3
3	1.181,3	309,4	41,0	81,9	50,7	5,7	6,3	6,3
4	1.125,3	225,0	37,1	93,6	46,8	4,5	4,8	4,6
5	1.350,0	225,0	44,9	91,7	70,2	4,6	4,8	4,6
6	1.293,8	258,8	35,1	78,0	42,9	4,7	5,0	4,7
7	1.406,3	478,1	41,0	76,1	25,4	6,8	7,0	5,5
8	1.293,8	582,5	25,4	56,6	27,3	7,5	7,0	7,3
9	1.350,0	393,8	35,1	72,2	41,0	17,5	18,0	17,2
10	1.406,3	281,3	39,0	78,0	31,2	24,0	28,0	28,0
11	1.293,8	281,3	70,2	66,3	21,	20,0	21,0	22,0

V.6. Perhitungan optimasi

sesuai dengan metodologi yang dipakai dalam penelitian ini serta telah disebutkan pada sub bab sebelumnya, hal-hal yang harus diketahui dan dilakukan untuk dapat mencapai optimasi pembebanan terhadap biorotor, dengan tujuan :

- menghindari pencemaran terhadap badan air penerima.
- menghindari shock loading pada biorotor.

Hal-hal tersebut adalah sebagai berikut ;

1. Mengetahui effluent standart yang berlaku saat ini, berdasar surat keputusan gubernur no 414 tahun 1987, air limbah PT MBI termasuk golongan II, karena membuang limbah di badan air kelas C, konsentrasi efluen air limbah dari pabrik tersebut tidak boleh lebih dari 100 mg/l.
2. Dengan memakai data yang ada di WWTP , dapat dihitung beban yang masuk ke biorotor dan prosentase efisiensi dari biorotor khusus untuk parameter COD, seperti tabel dibawah ini;

Tabel V.21A. Hasil perhitungan beban COD influent
dan efisiensi biorotor

Nomor	Beban COD influent (Kg/hari)	Prosentase efisiensi (%)
1	330,5	75
2	230,7	63
3	255,2	74
4	243,0	80
5	291,6	83
6	279,5	80
7	303,8	66
8	279,5	57
9	281,6	71
10	303,8	80
11	279,5	78

Dengan memakai data-data dari hasil analisa serta data pengamatan debit dapat dihitung beban dari masing-masing unit pada tiap-tiap hari seperti yang terlihat pada tabel berikut :

Tabel V. 21B. Beban COD tiap hari pada masing-masing unit

Unit	Hari					
	Senin (1)	Selasa (2)	Rabu (3)	Kamis (4)	Jumat (5)	Sabtu (6)
Pemasakan	138,8	125,9	128,4	138,4	139,9	147,1
Fermentasi	51,7	87,6	131,1	141,3	47,4	28,2
Filtrasi	26,4	17,6	35,2	22,4	14,1	-
Pembotolan	73,6	92,6	94,5	173,8	113,1	-
Kantin	44,3	48,9	2,8	51,8	39,1	-
Jumlah beban (a)	334,8	375,8	390,0	527,7	353,6	214,0
Efisiensi biorotor (b)	80 %	68 %	57 %	71 %	80 %	78 %

Untuk mendapatkan efluen biorotor dengan konsentrasi COD 100 mg/l (sesuai efluen standart) sedang efisiensi biorotor 75 %, maka beban COD yang harus diolah oleh biorotor adalah :

$$L \text{ (Kg/hari)} = \frac{100 \text{ mg/l} \times 218 \text{ m}^3/\text{hari}}{25 \% \times 1000}$$

$$= 86,4 \text{ Kg/hari}$$

3. Dengan memakai data-data diatas dapat dibuat grafik beban COD influen (Kg/hari) vs prosentase efisiensi biorotor (%), seperti tampak pada grafik dibawah ini.

$$\begin{array}{l} \text{Konsentrasi COD} = \frac{285 \text{ Kg/hari}}{216 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ = 1.319 \text{ mg/l} \end{array}$$

Perbandingan $\text{BOD}_5 : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1$ untuk pengolahan biologis, dapat dipakai untuk menghitung beban N dan P yang optimum bagi biorotor (pengolahan biologis). Nilai BOD_5 dapat dihitung dari nilai COD dengan menggunakan perbandingan $\text{BOD}_5 : \text{COD}$ yang diperoleh dari data WWTP. Pada tabel IV.13, angka perbandingan untuk influen, angka perbandingannya adalah 0,296, didapat nilai BOD_5 :

$$\begin{array}{l} \text{BOD}_5 = 0,296 \times 1319 \text{ mg/l} \\ = 390.42 \text{ mg/l} \end{array}$$

Nilai N :

$$\begin{array}{l} \text{BOD} : \text{N} = 100 : 5 \\ \text{N} = 390,42 \text{ mg/l} : 20 \\ = 19,52 \text{ mg/l} \end{array}$$

Nilai P :

$$\begin{array}{l} \text{BOD}_5 : \text{P} = 100 : 1 \\ \text{P} = 390,42 \text{ mg/l} : 100 \\ = 3,90 \text{ mg/l} \end{array}$$

Beban N yang optimum :

$$\begin{array}{l} \text{Beban N} = \frac{19,5 \text{ mg/l} \times 216 \text{ m}^3/\text{hari}}{1000} \\ = 4,212 \text{ Kg/hari} \end{array}$$

Beban P yang optimum :

$$\begin{array}{l} \text{Beban P} = \frac{3,9 \text{ mg/l} \times 216 \text{ m}^3/\text{hari}}{1000} \\ = 0,84 \text{ Kg/hari} \end{array}$$

5. Menghitung beban COD dari air limbah yang dihasilkan oleh masing-masing unit, dengan menggunakan rumus 3-4. seperti pada tabel berikut :

A. Dari unit pembotolan

Debit air limbah dari unit pembotolan (campuran antara washer dan pasteurizer, di selokan) : 120.000 l/hari.

Debit air limbah dari washer : 108.000 l/hari.

Debit air limbah dari pasteurizer : 12.000 l/hari.

Dengan menggunakan rumus 3 - 4 dan tabel V.8 s/d V.12, dapat diperoleh beban dimasing masing unit :

Tabel V.22. Hasil perhitungan beban
untuk unit pembotolan

Hari	Beban (Kg/hari)		
	Washer	pasteurizer	selokan
Senin	63,2 79,1	6,4 8,1	67,5 79,7
Selasa	72,9 103,3	8,5 6,8	91,1 94,5
Rabu	115,4 82,0	10,1 8,4	81,0 108,0
Kamis	118,3 85,1	12,2 10,8	136,3 111,4
Jum'at	85,1 108,1	9,2 9,2	101,3 124,9
Sabtu	— —	— —	— —
Minggu	— —	— —	— —
Beban rata-rata tiap hari	85,2	6,4	71,7

B. Dari unit pemasakan

Debit air limbah dari unit pemasakan terdiri dari :

Lauter tun : 4.800 l/hari = 4,8 m³/hari

Wort cooper : 7.200 l/hari = 7,2 m³/hari

Whirpool : 3.840 l/hari = 3,8 m³/hari

Mash tun : 11.520 l/hari (satu kali dalam seminggu)

Mash cooper : 11.520 l/hari (satu kali dalam seminggu)

Tabel V.23. Hasil perhitungan beban
untuk Pemasakan

Hari	Lauter tun	wort cooper	Whirpool	mash tun	mash tun
Senin	63,7	32,4	17,3	---	---
Selasa	72,9	4,6	10,8	---	---
Rabu	75,6	8,1	6,1	---	---
Kamis	72,2	6,7	20,5	---	---
Jum'at	60,5	64,8	4,8	---	---
Sabtu	54,4	48,6	25,9	---	---
Minggu	---	---	---	3,24	1,9
rata-rata beban	66,5	27,5	14,2	0,46	0,28

C. Dari unit fermentasi

Debit air limbah dari tanki fermentasi = 57.600 l/hari
 = 57,6 m³/hari
 Debit air limbah dari yeast press = 11.600 l/hari
 = 11,6 m³/hari
 Debit air limbah dari yeast tank = 10.000 l/hari

Tabel V.24. Hasil perhitungan beban
untuk tanki fermentasi

Hari	Beban (Kg/hari)		
	Tanki fermentasi	Yeast press	Yeast tank
Senin	28,2	23,5	0,23
Selasa	71,9	15,7	0,23
Rabu	105,0	26,1	0,23
Kamis	128,9	12,4	0,23
Jum'at	34,4	13,1	0,23
Sabtu	14,6	13,6	0,23
Minggu	—	—	—
Beban rata-rata tiap hari	54,7	14,9	0,19

D. Dari unit filtrasi

Debit air limbah dari filter kieselguhr = 15.600 l/hari

= 15,6 m³/hari

Debit air limbah dari filter PVPP = 15.600 l/hari

= 15,6 m³/hari

Debit air limbah dari beer bright tank = 20.000 l/hari

= 20,0 m³/hari

Tabel V.25. Hasil perhitungan beban
untuk unit filtrasi

Hari	Beban (Kg/hari)		
	Filter kieselguhr	Filter PVPP	BBT
Senin	26,3	0,02	0,03
Selasa	17,6	0,02	0,03
Rabu	35,1	0,02	0,03
Kamis	22,4	0,02	0,03
Jum'at	14,0	0,02	0,03
Sabtu	24,6	0,02	0,03
Minggu	—	—	—
Beban rata-rata tiap hari	20,0	0,017	0,026

E. Dari unit kantin

Debit air limbah dari kantin = 32.840 l/hari
 = 32,84 m³/hari

Tabel V.26. Hasil perhitungan beban untuk kantin

Hari	Beban (Kg/hari)
Senin	44,3
Selasa	49,0
Rabu	28,1
Kamis	50,0
Jumat	39,2
Sabtu	---
Minggu	---
Beban rata-rata 30,1 tiap hari	

Air limbah dari masing-masing unit tersebut sebelum masuk ke biorotor lebih dulu berkumpul di bak equalisasi, bak equalisasi cukup besar sehingga mampu menampung dan meratakan beban yang ada selama satu minggu. Setelah keluar dari bak equalisasi dan akan masuk ke biorotor beban yang ada relatif menjadi rata-rata. Sehingga beban rata-rata tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

Beban COD rata-rata = Beban rata-rata (mash tun + mash tun
 wort cooper + lauter tun + Whirpool +
 tanki fermentasi + yeast press + yeast
 tank + Filter kieselguhr + filter PVPP
 + BBT + washer + pasteurizer) Kg/hari.

$$\begin{aligned} \text{Beban COD rata-rata} &= (66,5 + 27,5 + 14,2 + 0,46 + 0,28 + \\ & 54,7 + 14,9 + 0,19 + 20 + 0,017 + 0,026 \\ & + 70,17 + 6,4 + 30,07) \text{ Kg/hari.} \\ &= 305,41 \text{ Kg/hari.} \end{aligned}$$

Jadi beban COD rata-rata adalah 300,84 Kg/hari

Beban ini apabila diolah dengan biorotor maka effluent yang dihasilkan mempunyai konsentrasi COD :

$$\begin{aligned} \text{Effluent} &= 35 \% \times \frac{305,41 \text{ Kg/hari}}{216 \text{ m}^3/\text{hari}} \times 1000 \\ &= 353,48 \text{ mg/l.} \end{aligned}$$

Konsentrasi COD dari effluent ini melebihi standart effluent yang berlaku yaitu 100 mg/l.

Dari beban COD rata-rata tersebut dapat diperoleh nilai konsentrasi COD yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi COD} &= \frac{305,41 \text{ Kg/hari} \times 1000}{216 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 1.413,9 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Nilai BOD₅ dapat diperoleh dari harga perbandingan BOD₅ : COD = 0,296 dan harga konsentrasi di atas yaitu :

$$\begin{aligned} \text{konsentrasi BOD}_5 &= 1.413,9 \text{ mg/l} \times 0,296 \\ &= 418,5 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

Dari data pada tabel V.8 s/d V.19 dapat dihitung konsentrasi dan beban N dan P rata-rata dari tiap unit. Seperti tercantum pada tabel dibawah ini :

Tabel V.27. Konsentrasi dan beban N rata-rata

Unit	N (mg/l)	Q (m ³ /hari)	beban (Kg/hari)
Washer	17,19	108	1,860
Pasteurizer	7,12	12	0,085
Mash tun	1,10	0,4	0,000018
Mash cooper	0,56	0,4	0,000224
Lauter tun	275,65	4,8	1,32
Wort cooper	38,03	7,2	0,274
Whirpool	102,38	3,8	0,389
Tanki fermentasi	30,20	57,6	1,740
Yeast press	74,57	11,6	0,865
Yeast tank	2,86	10,00	0,0286
Filter Kiesel- guhr	7,48	15,6	0,117
Filter PVPP	0,14	15,6	0,00218
BBT	2,14	20,00	0,0428
Kantin	8,05	32,84	0,264
Jumlah		300,00	6,990

Konsentrasi N rata-rata dari seluruh unit adalah :

$$\begin{aligned}
 N \text{ rata-rata} &= 6.99 \text{ Kg/hari} : 216 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 32.36 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Tabel V.27. Konsentrasi dan beban P rata-rata

Unit	P (mg/l)	Q (m ³ /hari)	beban (Kg/hari)
Washer	6,1	108	0,660
Pasteurizer	3,61	12	0,043
Mash tun	0,95	0,4	0,0016
Mash cooper	1,38	0,4	0,0023
Lauter tun	18,52	4,8	0,0889
Wort cooper	6,17	7,2	0,0444
Whirpool	7,31	3,8	0,0278
Tanki fermentasi	73,53	57,6	4,2400
Yeast press	10,51	11,6	0,1220
Yeast tank	0,75	10,00	0,0075
Filter Kiesel- guhr	4,80	15,6	0,0749
Filter PVPP	0,61	15,6	0,0095
BBT	0,71	20,00	0,0142
Kantin	3,86	32,84	0,1270
Jumlah		300,00	5,440

Konsentrasi P rata-rata dari seluruh unit adalah :

P rata-rata = 5,44 Kg/hari : 216 m³/hari

= 25,19 mg/l

Dari nilai konsentrasi BOD_5 , N, dan P di atas dapat diperoleh perbandingan antara :

$$BOD_5 : N : P = 418.5 : 32.36 : 25.19 \\ = 100 : 7.7 : 6.02$$

Nilai perbandingan yang diperoleh dari perhitungan di atas ternyata lebih kecil dari teori yang ada yaitu

$$BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$$

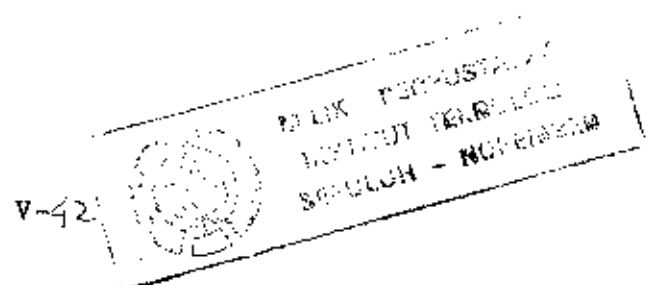
Berarti air limbah tersebut bila akan diolah dengan pengolahan biologis (biorotor) perlu ditambah nutrisi misalnya dengan urea (sebagai sumber nutrisi N dan C)

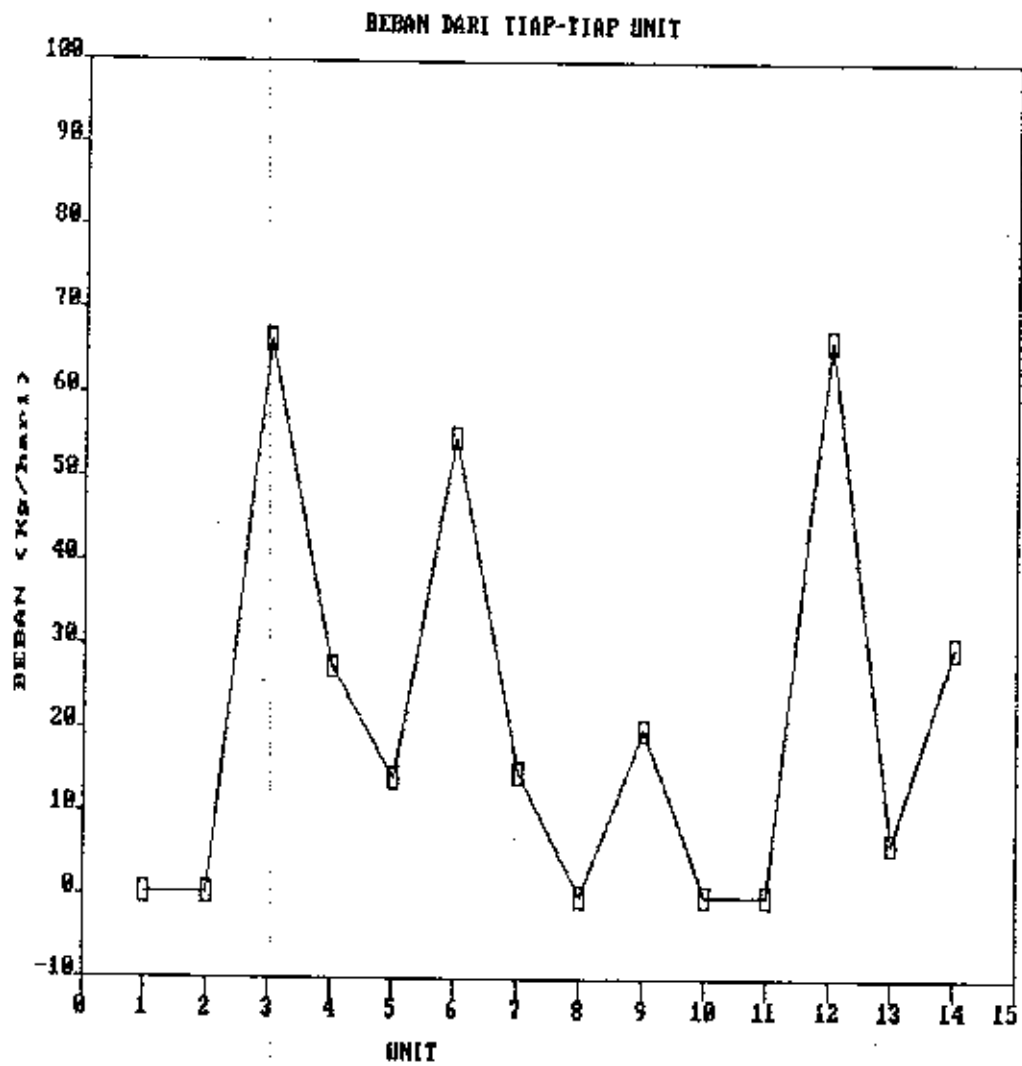
Beban yang masuk ke biorotor dipengaruhi oleh beban yang dihasilkan pada masing-masing unit. Untuk mengetahui unit mana yang menghasilkan limbah dengan beban paling besar dapat dilihat pada tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel V.27. Beban rata-rata dari tiap unit

No	unit	beban	No	Unit	beban
1	Mash tun	0,46	8	Yeast tank	0,19
2	Mash cooper	0,28	9	Filter kieselguhr	20,0
3	Lauter tun	66,50	10	Filter PVPP	0,017
4	Wort cooper	27,50	11	BBT	0,026
5	Whirpool	14,20	12	Washer	66,20
6	Tanki fermentasi	54,70	13	Pasteurizer	8,40
7	yeast press	14,9	14	Kantin	30,07

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik unit kegiatan vs beban yang di hasilkan masing-masing unit, seperti tampak di bawah ini :



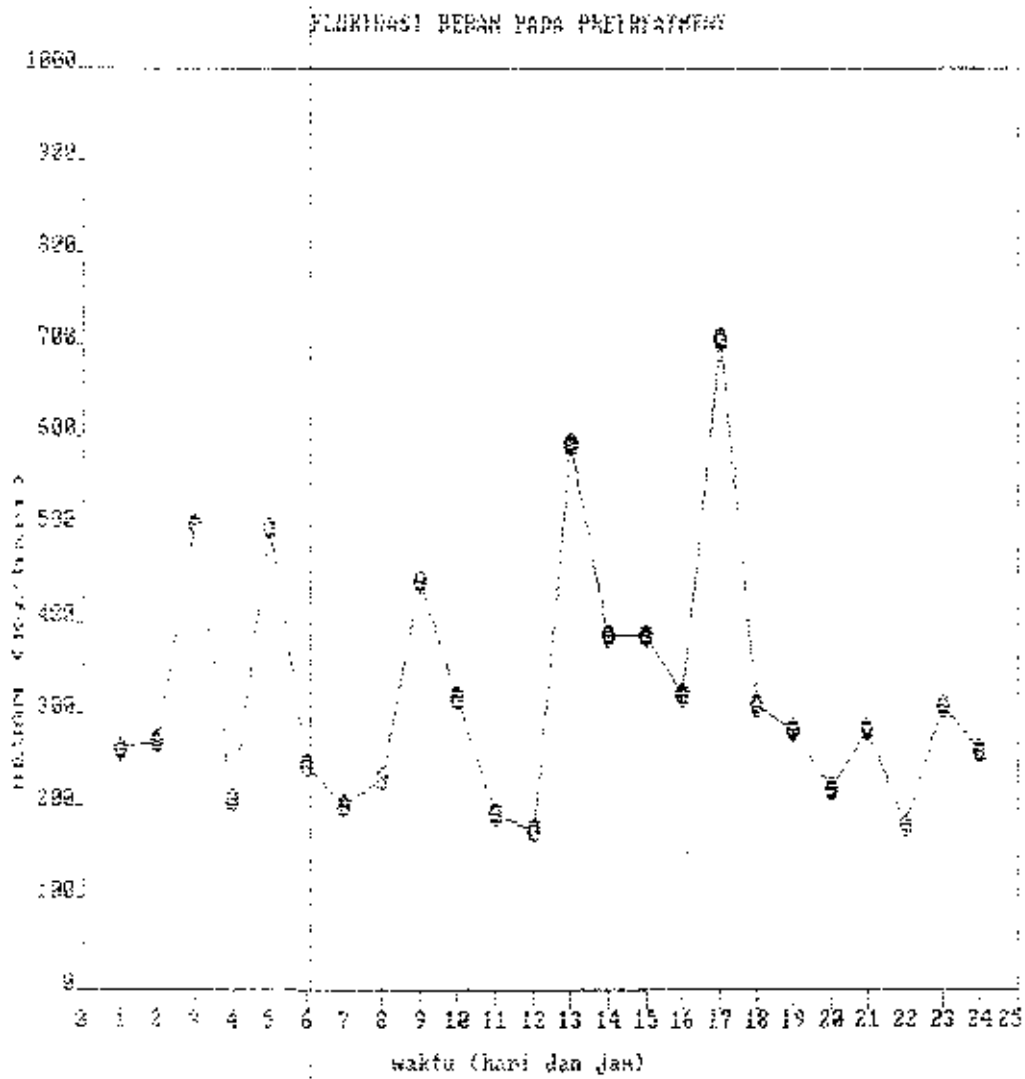


Gambar V.10. Grafik beban COD tiap unit

Dari beban yang diperoleh dari sampel pretreatment pada setiap jam-jam selama satu minggu dapat dibuat grafik fluktuasi beban selama satu minggu, seperti pada grafik berikut :

Tabel V.28. Hasil perhitungan beban
dari sampel pretreatment

No	Hari	jam	Beban (Kg/hari)
1	Senin	08.00	261,5
2		10.00	271,9
3		12.00	502,7
4		14.00	205,2
5	Selasa	08.00	500,2
6		10.00	243,7
7		12.00	200,1
8		14.00	228,3
9	Rabu	08.00	444,0
10		10.00	318,1
11		12.00	192,4
12		14.00	174,4
13	Kamis	08.00	590,0
14		10.00	384,8
15		12.00	384,8
16		14.00	320,6
17	Jumat	08.00	705,4
18		10.00	307,8
19		12.00	282,2
20		14.00	218,0
21	Sabtu	08.00	282,2
22		10.00	179,8
23		12.00	307,8
24		14.00	259,5



Gambar V.11. Fluktuasi beban pada pretreatment

BAB VI

KESIMPULAN

1. Beban COD yang optimum untuk biorotor di PT MBI adalah :
285 Kg/hari.
2. Beban TKN yang optimum untuk biorotor di PT MBI adalah :
4,212 Kg/hari.
3. Beban P yang optimum untuk biorotor di PT MBI adalah :
2,74 Kg/hari.
4. Prosentase efisiensi biorotor di PT MBI adalah 75 %.
5. Efluen air limbah dari WWTP di PT MBI masih belum memenuhi standart efluen untuk kelas C.
6. Perlu adanya peningkatan efisiensi pengolahan air limbah, dengan tujuan agar efluen yang dihasilkan sesuai dengan efluen standart, misalnya dengan cara :
 - menambah jumlah biorotor
 - melakukan proses pengendapan setelah proses biologis
 - menambahkan oksigen murni atau udara pada bak equalisasi atau setelah proses biologis (biorotor).
7. Perlu penambahan nutrisi (mis : urea), karena berdasarkan perhitungan air limbah yang akan masuk ke biorotor mempunyai perbandingan $BOD_5 : N : P$ yang belum sesuai untuk pengolahan biologis :
 - Dari perhitungan : $BOD_5 : N : P = 100 : 7,7 : 6,02$
 - Dari teori : $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$.

baik di bak equalisasi.

ke bioreaktor hendaknya terlebih dulu tercampur dengan dengan tujuan untuk menjaga agar air limbah yang masuk equalisasi detention time-nya harus memenuhi syarat - air limbah dari pretreatment yang masuk ke bak beban optimum, sebesar 20 kg/hari.

- beban yang masuk ke bioreaktor tidak boleh melebihi

10. Untuk menghindari shock loading :

Dengan debit (Q) = 57.600 l/hari.

- Tanki fermentasi dari unit fermentasi.

Dengan debit (Q) = 108.000 l/hari.

- Washer dari unit pembotolan.

yang cukup besar adalah :

8. Unit kegiatan yang menghasilkan air limbah dengan volume

kg/hari.

COD = 54,7 kg/hari, P = 4,24 kg/hari, TKN = 1,74

- Tanki fermentasi dari unit fermentasi, dengan beban :

kg/hari.

COD = 60,2 kg/hari, P = 0,66 kg/hari, TKN = 1,74

- Washer dari unit pembotolan, dengan beban :

kg/hari.

COD = 66,3 kg/hari, P = 0,66 kg/hari, TKN = 1,74

- Launder tua dari unit pemasakan, dengan beban :

adalah :

8. Unit kegiatan yang menghasilkan beban yang cukup besar

BAB VII

SARAN - SARAN

1. Perlu ditingkatkannya efisiensi pengolahan air limbah, dengan jalan :
 - menambah jumlah biorotor, biorotor yang sekarang ada tidak mampu untuk mengolah beban air limbah hingga menghasilkan effluent yang sesuai dengan effluent standart.
 - Setelah pengolahan biologis sebaiknya dilanjutkan dengan pengolahan secara fisis, misalnya dengan pengendapan, untuk mengurangi kadar COD , kekeruhan dan sebagainya. Kemudian perlu dilakukan pengolahan secara khusus terhadap lumpur yang dihasilkan dari bak pengendap.
 - Menambahkan oksigen murni atau udara pada bak equalisasi, atau setelah proses biorotor dilokasi setelah pengendapan dilakukan sempurna.
2. Peralatan yang dipakai untuk analisa sebaiknya selalu dikalibrasi, supaya mendapatkan hasil analisa yang telah distandardkan agar penyimpangan alat dapat diketahui sedini mungkin.

3. Perlu diperhatikan penambahan urea dan DAF pada pengolahan biologis, apakah penambahan zat tersebut dapat memberikan perbandingan proporsi $BOD_5 : N : P$ sebanding 100 : 5 : 1.
4. Penanganan pengolahan air limbah di PT MBI harus betul-betul diperhatikan, karena effluent dari WWTP pada saat ini dibuang ke badan air kelas C dimana airnya masih dipakai untuk perikanan dan peternakan. Padahal menurut hasil studi untuk badan air yang mampu menerima adalah kelas D.



GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I JAWA TIMUR

KEPUTUSAN

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I JAWA TIMUR

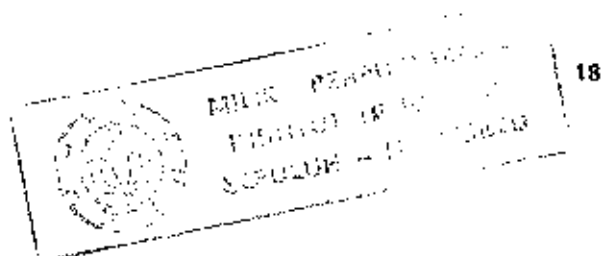
NOMOR : 414 TAHUN 1987

TENTANG

**PENGGOLONGAN DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH
DI JAWA TIMUR**

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I JAWA TIMUR

- MENIMBANG** : Bahwa dalam rangka pengendalian pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran akibat air limbah yang tidak memenuhi syarat, dipandang perlu untuk menetapkan penggolongan dan baku mutu air limbah di Jawa Timur dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
- MENGINGAT** :
1. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974;
 2. Hinder Ordonnantie, Staatsblad 1926 Nomor 226;
 3. Undang-undang Nomor 11 Tahun 1974;
 4. Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982;
 5. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1984;
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986;
 7. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 1985;
 8. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 528/Men.Kes/Per/XII/1982;
 9. Keputusan Bersama Menteri Dalam Negeri dan Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup Nomor 23 Tahun 1979 dan Nomor Kep. 002/MNPPLH/2/1979;
 10. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 12/M/SK/1978;
 11. Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 254 Tahun 1980;
 12. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tanggal 4 Juni 1987 Nomor KEP. 49/MENKLH/6/1987;
 13. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tanggal 4 Juni 1987 Nomor KEP. 50/MENKLH/6/1987;



14. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tanggal 4 Juni 1987 Nomor KEP. 51/MENKLH/6/1987;
15. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tanggal 4 Juni 1987 Nomor KEP. 52/MENKLH/6/1987;
16. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tanggal 4 Juni 1987 Nomor KEP. 53/MENKLH/6/1987;
17. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 328 Tahun 1987;
18. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 119 Tahun 1986;
19. Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987.

MEMPERHATIKAN: Surat Sekretaris Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tanggal 26 Oktober 1986 Nomor B - 2676/Ses/KLM/10/1986 tentang Rancangan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup tentang Pedoman Baku Mutu Lingkungan.

MEMUTUSKAN

MENETAPKAN : KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I JAWA TIMUR TENTANG PENGGOLONGAN DAN BAKU MUTU AIR LIMBAH DI JAWA TIMUR

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

- a. Pencemaran air, adalah keadaan air yang memasukkan makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalamnya oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga mutu air berubah sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tersebut tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya;
- b. Air, adalah semua air yang terdapat di dalam dan atau berasal dari sumber air, baik yang terdapat di atas maupun di bawah permukaan tanah, tidak termasuk air yang terdapat di laut;
- c. Baku mutu air, adalah batas kadar zat atau bahan pencemar yang terdapat dalam air, untuk tetap berfungsi sesuai dengan golongan peruntukan air tersebut;
- d. Zat atau bahan pencemar, adalah zat atau bahan dalam bentuk cair, gas atau partikel tersuspensi dalam kadar tertentu di lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda.
- e. Baku mutu air limbah, adalah batas kadar zat atau bahan pencemar yang terdapat secara kumulatif di dalam air untuk tidak mengakibatkan baku mutu air terlampaui.

Pasal 2

- (1) Air limbah menurut tempat pembuangannya digolongkan menjadi :
 - a. Golongan I, yaitu air limbah yang dibuang ke dalam air Golongan B;

Pasal 7

Menugaskan kepada Bupati/Walikota/madya Kepala Daerah Tingkat II di Jawa Timur untuk memberikan persyaratan tambahan pada pemberian izin maupun pembaharuan izin berdasarkan Ordonansi Gangguan (Hinder Ordonantie 1926 Nomor 226) tentang ketentuan baku mutu air limbah dimaksud dalam Keputusan ini, termasuk penambahan syarat berdasarkan pasal 11 Ordonansi Gangguan tersebut terhadap izin yang telah diberikan.

Pasal 8

Pelanggaran terhadap ketentuan-ketentuan tersebut dalam Keputusan dan Lampiran Keputusan ini dikenakan sanksi berdasarkan Ordonansi Gangguan (Staatsblad 1926 Nomor 226). Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982, Undang-undang Nomor 5 Tahun 1984, dan peraturan pelaksanaannya, serta peraturan berikutnya yang berkaitan dengan lingkungan hidup.

Pasal 9

Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur tanggal 23 Mei 1978 Nomor 43 Tahun 1978 tentang Pengaturan Standart Kualitas Air Buangan Industri di Jawa Timur, dinyatakan dicabut sejak Keputusan ini berlaku, sepanjang tidak diatur kembali dan tidak bertentangan dengan Keputusan ini.

Pasal 10

- (1) Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.
- (2) Keputusan ini diumumkan dalam Lembaran Daerah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur.

Ditetapkan di : Surabaya

Tanggal : 5 Desember 1987

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TIMUR



WAHONO

LAMPIRAN KEPUTUSAN GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I JAWA TIMUR

TANGGAL : 5 DESEMBER 1987

NOMOR : 414 TAHUN 1987

BAKU MUTU AIR LIMBAH

No.	PARAMETER	Satuan	GOLONGAN				Keterangan
			I	II	III	IV	
1	2	3	4				5
I. FISIKA							
1.	Temperatur	°C	35	38	40	45	
2.	Jumlah padatan terlarut	mg/l	1.500	2.000	4.000	5.000	
3.	Padatan tersuspensi	mg/l	100	200	400	500	
II. KIMIA (periksa catatan)							
1.	pH	mg/l	6 – 9	6 – 9	6 – 9	5 – 9	
2.	Besi (Fe)	mg/l	5	10	15	20	
3.	Mangan (Mn)	mg/l	0,5	2	5	10	
4.	Barium (Ba)	mg/l	1	2	3	5	
5.	Tembaga (Cu)	mg/l	1	2	3	5	
6.	Seng (Zn)	mg/l	5	10	15	20	
7.	Krom heksavalen (Cr)	mg/l	0,05	0,1	0,5	2	
8.	Krom total	mg/l	0,1	0,5	1	2	
9.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,05	0,1	1	
10.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001	0,002	0,005	0,01	
11.	Timbal (Pb)	mg/l	0,1	0,5	1	3	
12.	Timah putih (Sn)	mg/l	0,01	0,05	0,5	1	
13.	Arsen (As)	mg/l	0,05	0,1	0,5	1	
14.	Selenium (Se)	mg/l	0,01	0,05	0,5	1	
15.	Nikel (Ni)	mg/l	0,1	0,2	0,5	1	
16.	Kobalt (Co)	mg/l	0,2	0,4	0,6	1	
17.	Sianida (CN)	mg/l	0,05	0,1	0,5	1	
18.	Sulfida (S)	mg/l	0,01	0,05	0,1	1	
19.	Fluorida (F)	mg/l	1,5	15	20	30	
20.	Sisa klor bebas (CL ₂)	mg/l	0,02	0,03	0,04	0,05	

1	2	3	4				5
21.	Amonia (NH ₃)	mg/l	0,5	1	5	20	Sebagai N
22.	Nitrat (NO ₃)	mg/l	10	20	30	50	
23.	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,06	1	3	5	
24.	Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD)	mg/l	30	50	150	300	
25.	Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)	mg/l	80	100	300	600	
26.	Detergen Anionik	mg/l	0,5	1	10	15	
27.	Fenol	mg/l	0,01	0,05	1	2	
28.	Minyak dan lemak	mg/l	1	5	15	20	
29.	P C B	mg/l	nihil	nihil	nihil	nihil	

III. RADIO AKTIVITAS (periksa catatan)

IV. PESTISIDA (periksa catatan)

GUBERNUR KEPALA DAERAH TINGKAT I
JAWA TIMUR



WAHONO

CATATAN :

1. Kadar bahan limbah yang memenuhi persyaratan baku mutu air limbah tersebut tidak diperbolehkan dengan cara pengeceran yang airnya secara langsung diambil dari sumber air. Kadar bahan limbah tersebut adalah kadar maksimal yang diperbolehkan, kecuali pH yang meliputi juga kadar yang minimal (II. 1.)
2. Kadar Radio aktivitas mengikuti peraturan yang berlaku (III)
3. Limbah pestisida yang berasal dari industri yang memformulasi atau memproduksi dan dari konsumen yang mempergunakan untuk pertanian dan lain-lain tidak boleh menyebabkan pencemaran air yang mengganggu pemanfaatannya (IV)

SALINAN Keputusan ini disampaikan kepada :

- Yth. :
1. Sdr. Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup di Jakarta.
 2. Sdr. Menteri Dalam Negeri di Jakarta.
 3. Sdr. Kepala Kepolisian Daerah Jawa Timur di Surabaya.
 4. Sdr. Ketua Pengadilan Negeri Jawa Timur di Surabaya.
 5. Sdr. Kepala Kejaksaan Tinggi Jawa Timur di Surabaya.
 6. Sdr. Pembantu Gubernur di Jawa Timur.
 7. Sdr. Bupati/Walikota Kepala Daerah Tingkat II di Jawa Timur.
 8. Sdr. Kepala Kantor Wilayah Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Timur di Surabaya.
 9. Sdr. Kepala Kantor Wilayah Perindustrian di Surabaya.
 10. Sdr. Ketua Badan Koordinasi Penanaman Modal Daerah Jawa Timur di Surabaya.
 11. Sdr. Kepala Direktorat Agraria Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur di Surabaya.
 12. Sdr. Anggota Komisi Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Hidup Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur.
-

- b. Golongan II, yaitu air limbah yang dibuang ke dalam air golongan C;
 - c. Golongan III, yaitu air limbah yang dibuang ke dalam air golongan D;
 - d. Golongan IV, yaitu air limbah yang dibuang ke dalam air golongan E;
- (2) Baku mutu air limbah menurut penggolongan dimaksud pada ayat (1) pasal ini, ditetapkan sebagaimana dimaksud dalam lampiran Keputusan ini.

Pasal 3

- (1) Air limbah yang dapat dibuang kedalam air oleh setiap kegiatan yang mengeluarkan limbah harus memenuhi syarat :
- a. Tidak melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan dalam pasal 2 ayat (1) Keputusan ini;
 - b. Tidak mengakibatkan penurunan golongan air yang telah ditetapkan peruntukannya sesuai dengan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 413 Tahun 1987;
- (2) Jumlah dan mutu air limbah yang diizinkan untuk dibuang ke dalam air, harus dicantumkan dalam rencana pengelolaan lingkungan suatu kegiatan usaha/perusahaan industri sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis mengenai Dampak Lingkungan.

Pasal 4

Hal-hal yang bersifat khusus dalam menetapkan baku mutu air limbah, akan ditetapkan lebih lanjut setelah mendapat petunjuk Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup.

Pasal 5

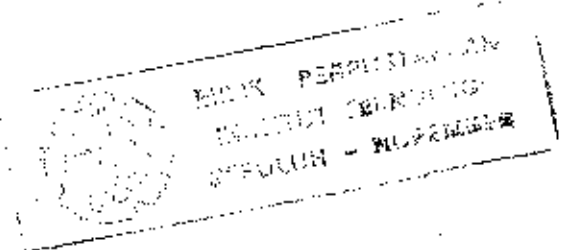
- (1) Pimpinan Perusahaan Industri di Jawa Timur yang dalam proses produksinya mengeluarkan atau membuang air limbah ke dalam air atau daerah pengairan harus ikut serta mencegah pencemaran air dengan memenuhi syarat baku mutu air limbah dimaksud dalam pasal 3 ayat (1) dan memperhatikan ketentuan pasal 3 ayat (2) Keputusan ini;
- (2) Setiap Pimpinan Perusahaan dimaksud pada ayat (1) pasal ini, wajib melaporkan secara berkala, sekali dalam satu bulan, kepada Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur, dalam hal ini melalui Biro Bina Kependudukan dan Lingkungan Hidup Kantor Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur untuk industri non fasilitas dan Badan Koordinasi Penanaman Modal Daerah Tingkat I Jawa Timur untuk industri yang menggunakan fasilitas Penanaman Modal Asing/Dalam Negeri (PMA/PMDN);
- (3) Laporan dimaksud pada ayat (2) pasal ini berisi hasil analisa kualitas air limbah, yang dilakukan oleh laboratorium Pemerintah yang ditunjuk lebih lanjut oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur.

Pasal 6

Pengawasan terhadap pelaksanaan Keputusan ini ditugaskan kepada Lembaga/Instansi yang ditunjuk untuk pengendalian pencemaran lingkungan hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 . Sri Sunestri , Ir dan Alaerts , G . Dr . Ir " METODE PENELITIAN AIR " , Usaha Nasional , Surabaya , 1984 .
- 2 . Franson , Mary Ann H " STANDART METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER SIXTEENTH EDITION " , American Public Health Association .
- 3 . Charles R . Gibbs . " INTRODUCTION TO CHEMICAL OXYGEN DEMAND , TECHNICAL INFORMATION SERIES " , Hach Company , Loveland , Colorado , USA .
- 4 . Charles R . Gibbs . " WATER ANALYSIS HANDBOOK " Hach Company , 1982 edition .
- 5 . " HANDBOOK FOR MONITORING INDUSTRIAL WASTEWATER " , US EPA , August 1973 .
- 6 . " PERUNDANGAN LINGKUNGAN HIDUP " , Sekretariat Wilayah / Daerah Tingkat I Jawa Timur , Biro Bina Kependudukan dan Lingkungan Hidup .
- 7 . Wazer , John R .Van . " PHOSPHORUS AND ITS COMPOUNDS VOLUME ONE , CHEMISTRY " , Interscience Publishers , Inc, New York .
- 8 . Umar .A , Kusreni.S , Lutfie .M , " STATISTIK " , FE , Unair , 1982 .
- 9 . Nyoman Latra , " STATISTIK " , ITS .
- 10 . Larry D. Benefield , Clifford W Randall , " BIOLOGICAL PROCESS DESIGN FOR WASTEWATER TREATMENT " , Prentice Hall, Inc , Englewood Cliffs .



11. Metcalf & Eddy , Inc , " WASTEWATER ENGINEERING
TREATMENT DISPOSAL REUSE " , Tata Mc Graw Hill
Publishing Company LTD , New Delhi .
12. Misadi S , Harry J.M , "LAPORAN KERJA PRAKTEK DI PT MBI"
1989 .